o(49.3) B1
c.1

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

30/1921/Collated OK

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.061.793/1

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TOME VINGT-DEUXIÈME

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1887

21-85380 Aug 3

LA

FORTIFICATION MODERNE

ET LES

PROGRÈS DE L'ARTILLERIE

L'origine des fortifications se perd dans la nuit des temps ; il faut la chercher dans les palissades, les fossés et les levées de terre dont les armées entouraient leurs camps, afin de pouvoir prendre quelque repos sans s'exposer à des surprises. Ces fortifications improvisées furent remplacées par de hautes murailles en pierre, dès qu'on reconnut la nécessité de défendre d'une manière permanente les villes elles-mêmes, soit contre des armées ennemies, soit contre les bandes de maraudeurs qui infestaient les campagnes. Enfin, les hauts barons, en construisant le plus souvent leurs châteaux forts sur des hauteurs escarpées à proximité des routes et des cours d'eau, furent les véritables inventeurs des citadelles et des forts d'arrêt.

Tout l'avantage à cette époque était du côté de la défense; les efforts des assiégeants venaient se briser contre de solides murailles qu'ils ne pouvaient attaquer qu'avec des engins tout à fait insuffisants. Les assauts

livrés au moyen d'échelles, de tours roulantes, etc., avaient bien peu de chances de réussir.

Les balistes, les catapultes, les mangonneaux, dont l'artillerie se servait pour lancer des pierres et des traits contre les défenseurs, ne produisaient aucun effet contre la fortification elle-même ; le seul moyen connu de faire brèche dans le corps de place consistait à miner le pied d'une partie de la muraille, en soutenant celle-ci par des poutres auxquelles ensuite on mettait le feu, la destruction des soutiens entraînant la chute du rempart.

L'invention de la poudre vint changer la face des choses. On s'aperçut bientôt qu'une muraille, quelque épaisse qu'elle fût, ne pouvait résister longtemps au tir des canons ; mais on reconnut presque en même temps que les remparts en terre offraient une résistance à peu près illimitée à l'artillerie, même du plus fort calibre.

On abaissa donc les murailles pour les dérober derrière des épaulements en terre à la vue et aux coups de l'assaillant. Seulement, comme il fallait se mettre à l'abri de l'escalade, on établit un fossé profond entre la masse couvrante et la muraille.

Ce fossé offrait un abri à l'assaillant ; il lui permettait de miner le pied du rempart sans avoir à redouter les coups directs de l'assiégé. Ce fut pour obvier à cet inconvénient qu'on brisa la ligne de défense de façon que ses différentes parties se flanquassent mutuellement.

Telle est l'origine des tracés bizarres des derniers siècles, dont le tracé bastionné de Vauban offre un remarquable spécimen.

L'avantage revenait à la défense, lorsque le tir à ricochet ou d'enfilade, introduit par Vauban lui-même, fit de nouveau pencher la balance en faveur de l'attaque.

Les ingénieurs militaires modernes, pour soustraire les fortifications aux effets du tir d'enfilade, en ont modifié le tracé ; au lieu de pousser vers la campagne les sommets

du polygone, ils se sont efforcés de diriger les prolongements des longues lignes de défense vers des points inaccessibles, enlevant ainsi à l'adversaire le bénéfice des attaques enveloppantes et le forçant à aborder directement la partie la mieux armée de la fortification.

Ils ont renoncé en même temps au flanquement par les extrémités des lignes de défense, et ont adopté le flanquement par des ouvrages nommés *caponnières* placés au milieu de ces lignes.

Le nouveau dispositif, appelé *tracé polygonal*, a été appliqué pour la première fois par son inventeur, le général Brialmont, à Anvers en 1866, et il a été adopté depuis par toutes les puissances européennes.

Par suite de l'introduction de ce nouveau système, l'attaque d'une fortification se réduit à un combat d'artillerie, où l'assiégé, occupant une position dominante et disposant de calibres supérieurs, a un avantage marqué sur son adversaire.

Il n'est pas facile, en effet, d'amener vis-à-vis d'une forteresse des canons de gros calibre. Leur poids ne permet pas de les transporter dans des tranchées et des boyaux de communication, dont le sol fraîchement remué et souvent détrempé par la pluie n'offre pas une consistance suffisante.

Cette supériorité de la défense ne fut pas de longue durée, grâce à l'introduction de l'artillerie rayée dans les parcs de siège.

Les grandes portées et la justesse des canons rayés, l'emploi des obus, qui sous un volume égal produisent des effets incomparablement plus grands que les boulets, la possibilité d'amener devant une forteresse une grande quantité de bouches à feu, d'un poids relativement peu considérable et pouvant concentrer leurs feux, ont forcé la défense à de nouvelles combinaisons.

L'emploi du fer dans le revêtement des batteries a été le dernier effort de la fortification.

On a commencé par cuirasser les batteries fixes de la défense ; puis, pour donner aux pièces ainsi blindées un champ de tir suffisant, on les a placées dans des cuirasses mobiles pouvant prendre un mouvement de rotation autour d'un axe central; ce dispositif a reçu le nom de *coupoles*.

Enfin l'artillerie, pour répondre à ce nouveau progrès de la fortification, a introduit l'emploi des explosifs pour la charge intérieure de ses projectiles creux.

L'histoire de la fortification peut donc se diviser en trois phases : l'âge de la pierre, l'âge de la terre, l'âge du fer.

L'histoire de l'artillerie se divise en trois phases correspondantes : l'âge du bois et des ressorts, l'âge du canon, l'âge des explosifs.

Les premiers canons lançaient des boulets de fer du poids d'une livre et, chose singulière qui prouve bien qu'il n'y a rien de nouveau sous le soleil, ils se chargeaient par la culasse. Ce n'était pas encore le système de fermeture à verrou, à coin ou à vis à filets interrompus, imaginé par Wahrendorf, Krupp ou de Bange; mais c'était le même principe.

Les calibres augmentèrent rapidement ; on voit encore à Gand une bombarde qui servit au siège d'Audenarde, et qui lançait des boulets de pierre de 50 centimètres de diamètre. Nous conservons plusieurs spécimens de ces boulets au Musée de la Porte-de-Hal, à Bruxelles.

Autre singularité, les premiers canons étaient cerclés tout comme les canons les plus modernes ; seulement l'âme, au lieu d'être coulée d'une seule pièce, était formée de lattes de fer soudées sur toute leur longueur pour former un tube cylindrique.

Sans nous arrêter aux développements successifs que l'artillerie a donnés à la puissance croissante de ses bouches à feu, passons de suite aux derniers perfectionnements.

Les plus grosses bouches à feu sont aujourd'hui :

Les canons de 100 tonnes anglais achetés par le gouvernement italien pour l'armement de ses cuirassés : longueur, $9^m,75$; diamètre à la culasse, $1^m,98$; calibre, $0^m,45$; poids du projectile, 907 k. ; poids de la charge, 199k. ; vitesse initiale du projectile, 450^m ; prix, 400 000 fr.

Le canon de côte de $0^m,40$ de Krupp : poids, 72 000 k. ; poids de l'affut, 41 000 k. ; longueur, 10^m ; poids du projectile, 730 k. ; charge, 160 k. ; vitesse initiale, 500^m. Le projectile perce une plaque de $0^m,70$.

On construit en ce moment à l'usine Krupp, à Essen, un canon qui pèsera 143 000 k. : calibre, $0^m,40$; longueur, 16^m ; poids du projectile de $1^m,20$, 740 k. ; poids du projectile plein de $1^m,60$, 1050 k. ; charge 485 k. ; vitesse initiale, 735^m et 640^m. On compte percer avec ce canon une plaque en fer forgé de $1^m,20$ d'épaisseur.

Enfin les journaux ont parlé du canon Fraser, qui pèse 200 tonnes et lance à 19 kilomètres un projectile de 2000 kilogrammes.

Ces énormes pièces sont d'un transport et d'un maniement si difficiles qu'on ne les emploie que pour l'armement des navires et des batteries de côte.

Pour le moment, les Allemands et les Français se sont arrêtés aux bouches à feu suivantes pour la composition de leurs parcs de siège : canons rayés en acier de 22, de 15 et de 15 1/2, longs et courts ; canons de 12 et de 9, et mortiers rayés de 27 et de 22 en acier et en bronze.

Le premier soin des ingénieurs, avant d'entreprendre le cuirassement des batteries, fut de rechercher l'épaisseur qu'il fallait donner aux plaques de revêtement.

Les expériences exécutées en 1885 et 1886 à Seno della Castegna, près de la Spezzia, ont fourni des données précieuses à cet égard.

On a tiré contre une plaque en fonte durcie de Gruson, ayant une largeur de $1^m,09$ au bord supérieur et de 3^m à la base, une épaisseur de $1^m,25$ à la base et de $0^m,85$ à la

partie supérieure, trois coups du canon de 100 tonnes placé à la distance de 134^m; le projectile pesait 1000 k., la vitesse d'arrivée était de 537^m et la force vive au point de contact 14 700 tonnes-mètres.

Après le troisième coup la plaque, bien qu'entamée, offrait encore une résistance plus que suffisante, et cependant elle avait résisté au choc de 43 100 tonnes-mètres. Les projectiles s'étaient brisés en ricochant.

Toutefois, et bien que des expériences antérieures eussent démontré que les plaques en fonte durcie ne se laissaient pas entamer par les projectiles en acier de 15^{cm}, animés d'une grande vitesse, qui percent les plaques en fer laminé, on continua les expériences contre la même plaque avec un canon de 15.

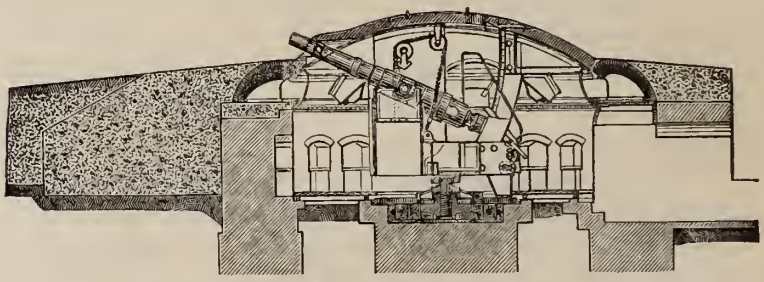


Fig. 1.

Le projectile pesait 36 k. et la vitesse d'arrivée était de 500^m.

Malgré l'état de la plaque déjà entamée par le tir précédent, les projectiles se brisèrent tous sans diminuer la force de résistance du but.

On en conclut que les plaques en fonte durcie, inclinées de manière à ne pas recevoir normalement le choc des

projectiles, résisteraient aux plus forts projectiles de l'artillerie de marine et de l'artillerie terrestre.

Il ne s'agissait plus dès lors que de déterminer la forme à donner aux coupoles pour les mettre à même de protéger efficacement les canons et les servants de la défense.

C'est en 1886, à Bucharest et à Comersdorf, que cette question a reçu sa solution.

Deux coupoles ont été expérimentées simultanément à Bucharest :

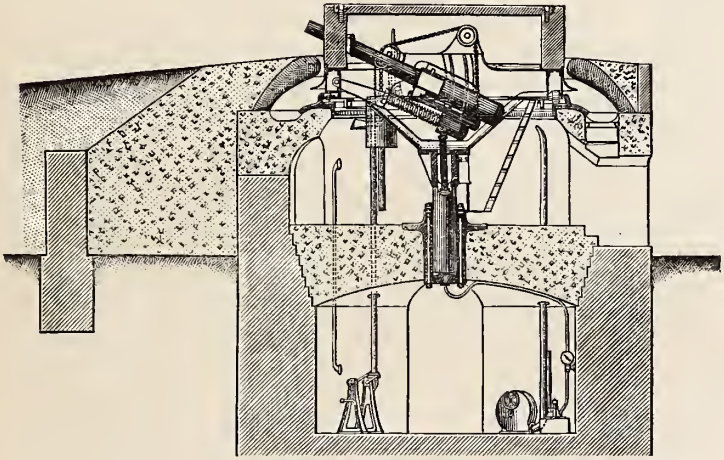


Fig. 2.

1° Une coupole allemande, construite à l'usine Gruson de Buckau-Magdebourg, d'après les plans du major du génie Schumann (fig. 1).

2° Une coupole française, construite par la Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la marine et des chemins de fer de Saint-Chamond, d'après les plans du major du génie Mougin (fig. 2).

Les deux coupoles se composent toutes deux d'une partie fixe appelée *avant-cuirasse* et d'une partie mobile.

L'avant-cuirasse est sensiblement la même dans les deux systèmes. Elle se compose de plaques en fonte durcie, protégées elles-mêmes par un revêtement en béton appelé *parapet de coupole.*

De plus, la coupole allemande est encore abritée derrière un épaulement en terre appelé *bonnette*, qui la dérobe aux feux directs de l'assaillant. La différence essentielle entre les deux coupoles consiste en ce que la coupole allemande affecte la forme d'une calotte sphérique, et la coupole française celle d'un cylindre droit à base circulaire.

Toutes deux sont portées par un pivot central vertical, auquel un engrenage horizontal, commandé par un treuil, transmet le mouvement circulaire.

Pour faciliter la rotation, soulager le pivot et donner de la stabilité à la partie mobile, celle-ci, aux points où elle se raccorde avec l'avant-cuirasse, porte sur des galets et des roulettes, qui circulent sur des rails d'acier ou de fer.

Chaque coupole contient deux canons de 15, rayés et cerclés. Les lignes de mire des pièces allemandes se coupent à 3000^m; elles sont parallèles dans la coupole française.

Les expériences de Bucharest portaient sur deux points : 1° la facilité du maniement de la coupole et du tir des pièces, même après avoir essuyé le feu de l'adversaire ; 2° la force de résistance de chaque système.

Sous le premier rapport, les deux systèmes se sont également bien comportés ; mais le tir a donné lieu à des remarques assez intéressantes.

Pour éviter que la fumée du coup de canon tiré de la coupole servît de but à l'adversaire, on a voulu pouvoir faire feu pendant que la coupole était en mouvement ; pour cela, on a repéré la direction de l'objet à battre dans la coupole même, et on a mis le feu à la pièce au moment où

la ligne de mire venait coïncider avec la ligne repérée. Mais, ce qui du reste n'était pas difficile à prévoir, le mouvement de la coupole a une influence sur la direction de la trajectoire; une rotation de 5 millimètres à la périphérie occasionne une déviation de 4^m à la distance de 2500^m.

Il semble au premier abord qu'il ne soit pas difficile de remédier à cet inconvénient, en recherchant la direction de la composante de la vitesse de translation du projectile et de la vitesse de rotation de la coupole; mais, si la vitesse du projectile au sortir de la bouche à feu est sensiblement la même pour des charges et des projectiles identiques, il n'en est pas de même de la vitesse de rotation de la coupole, puisque cette vitesse lui est transmise par un mécanisme mû à bras d'homme et par conséquent essentiellement variable.

D'un autre côté, pour profiter de toute la puissance de la coupole, il est avantageux de tirer par salves, c'est-à-dire de faire partir les deux coups en même temps. Or, même en employant l'électricité pour la mise à feu, la simultanéité de l'inflammation des deux charges n'est pas toujours complète; dès lors le recul de la pièce qui part la première a une influence sur le mouvement de la coupole, puisqu'il s'exerce dans une direction excentrique au pivot, et il fait dévier la trajectoire de la seconde.

C'est pourquoi le major Schumann proscrit l'emploi des coupoles à deux pièces, et propose de n'employer que des coupoles à un seul canon. Les Allemands ont renoncé à faire feu pendant le mouvement de la coupole, et ils rendent celle-ci immobile au moyen d'un frein.

Pour apprécier la force de résistance des coupoles, on les soumit au tir d'une batterie composée de deux canons Krupp de 15 et d'un canon de Bange de 15 1/2, placée à une distance de 1000^m. Les projectiles étaient pleins et en acier durci d'Essen ou de Saint-Chamond, la vitesse d'arrivée était d'environ 400^m, sous un angle de 24°, et la force vive restante équivalait à 315 tonnes-mètres.

Les projectiles se brisaient tous ; mais ils ricochaient sur la coupole allemande, tandis qu'ils entamaient plus ou moins la coupole française.

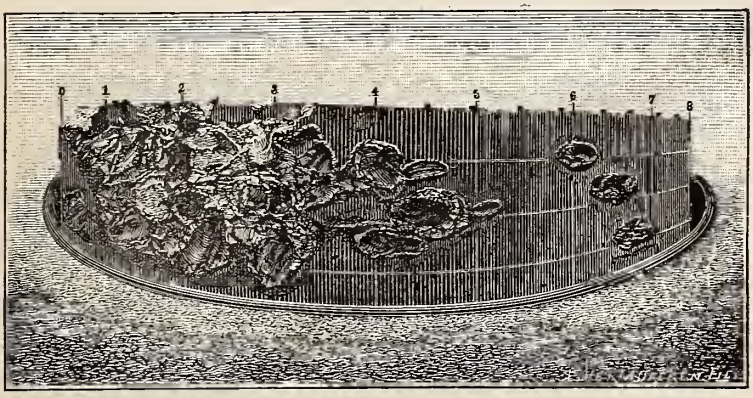
Après 135 coups la coupole allemande offrait encore une résistance très satisfaisante (fig. 3); tandis qu'après le 95e la coupole française, sans être complètement hors de service, ne présentait plus assez de sécurité pour les servants (fig. 4).

Fig. 3.

Il faut attribuer ce résultat à un vice de construction de la tourelle française, au mode défectueux d'assemblage des plaques et surtout du toit. Celui-ci, composé de plaques de $0^m,16$, est noyé sur toute son épaisseur dans un embrèvement circulaire pratiqué sur le haut des plaques cintrées formant la partie verticale de la tourelle, de sorte que ces plaques n'ont plus que $0^m,24$ d'épaisseur sur une bande de $0^m,16$ à leur partie supérieure. Aussi, trois coups, frappant à peu près à la même place cette partie faible de la cuirasse, ont-ils causé des avaries qui ne per-

mettaient plus de continuer le tir, bien que le fonctionnement de l'appareil de rotation ne fût pas altéré.

On rapprocha alors la batterie d'attaque jusqu'à la distance de 50^{m}, ce qui n'aura jamais lieu à la guerre, et la cuirasse allemande supporta encore 7 coups sans être mise en brèche, la pénétration maximum étant de 6 centimètres.



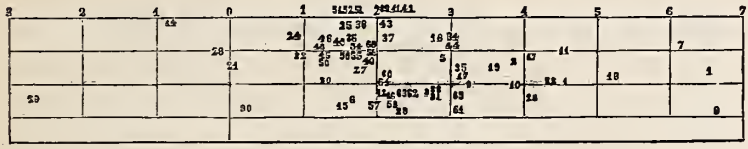


Fig. 4.

La cuirasse française offrit moins de résistance; la pénétration maximum fut de 19 centimètres. Le tir fut arrêté après le 4e coup, qui était un coup d'embrasure.

Le tir contre les avant-cuirasses, exécuté à la même distance, donna le désavantage à la coupole allemande;

après 21 coups, l'avant-cuirasse Gruson était fortement entamée ; tandis que l'avant-cuirasse française était à peu près intacte après 20 coups.

Si le système Schumann avait été complet, si l'avant-cuirasse avait été couverte par une bonnette, il est probable qu'il n'en eût pas été ainsi.

Dans tous les cas, on peut conclure des expériences de Bucharest qu'une coupole allemande, avec une avant-cuirasse modifiée d'après le système français, peut braver pendant longtemps le feu des plus forts canons de siège.

On n'a pu constater la résistance des coupoles au tir des mortiers, parce qu'après 165 bombes tirées par le mortier rayé de 21, à 2500^{m} de distance, aucun projectile n'avait atteint les coupoles.

Les petites dimensions du but et l'incertitude du tir des mortiers permettent de dire que les pièces en coupole n'ont pas grand' chose à craindre des feux courbes.

L'introduction des coupoles tournantes dans la fortification donne un avantage incontestable à l'assiégé. L'issue d'un combat entre des pièces en coupoles et des pièces placées derrière des épaulements à ciel ouvert ne peut être douteuse. Un seul coup réussi de la coupole détruit une pièce de l'assiégeant, tandis qu'il faut au moins 200 coups réussis pour mettre une coupole en brèche.

On ne peut songer à établir des blindages pour les batteries de l'attaque ; ce travail serait beaucoup trop long, et les blindages que l'on pourrait improviser devant une fortification n'auraient pas la solidité nécessaire pour résister au tir des coupoles.

Les ingénieurs militaires se flattaient donc d'avoir de nouveau fait passer la suprématie du côté de la défense, lorsque des articles de journaux appelèrent l'attention du monde militaire sur de nouveaux moyens de destruction inventés par l'artillerie.

Il s'agit de l'emploi des explosifs pour le chargement des projectiles creux.

Nous empruntons au travail publié dans cette Revue par M. Witz (1) quelques détails sur ces corps encore peu connus, bien qu'on cherche depuis longtemps à s'en servir comme engins de guerre. Nous ne pourrions puiser à une source plus autorisée.

D'après le savant professeur, il faut trois choses pour constituer un explosif : production d'une grande quantité de gaz, dégagement considérable de chaleur, vitesse suffisante de réaction.

Pour remplir la première condition, on emploie des composés riches en azote comme l'acide picrique ou trinitrophénol, le fulmicoton et la nitroglycérine.

Pour la seconde, il faut employer des composés endothermiques ; et pour la troisième, des composés instables, c'est-à-dire disposés à se désagréger avec la plus grande facilité. Or ces trois conditions, qui doivent donner à l'explosif son maximum de puissance, sont de nature, surtout la troisième, à la rendre d'un maniement excessivement dangereux.

La force d'un explosif se mesure par le rapport entre le volume du corps à l'état solide et le volume des gaz produits par la déflagration.

Ce rapport est d'un à 6000 pour la poudre ordinaire, d'un à 22 000 pour le fulmicoton, et d'un à 43 000 pour la nitroglycérine.

Au point de vue théorique, la question est donc résolue; mais les militaires demandent autre chose. Ils désirent que les explosifs ne soient dangereux que pour l'ennemi, et qu'ils puissent être maniés avec sécurité par ceux qui sont appelés à les employer.

Or nous trouvons dans ce même travail de M. Witz une longue liste d'explosions dont les causes sont restées inconnues, et qui ont fait de nombreuses victimes. Sans chercher à allonger la funèbre série, rappelons seulement

(1) Voir la livraison précédente, pp. 353 et suiv. : *Les agents explosifs.*

les plus connues : Explosion de la fabrique de poudre au chlorate de potasse de Berthollet, à Essonnes, en 1792 ; du navire l'*European* à Aspinwall en 1866 ; des magasins de M. Fontaine, place de la Sorbonne à Paris, en 1869 ; de Bremerhaven, du fort de Joux, de la poudrière du Bouchet, de la carrière de Quenast, et enfin tout récemment des ateliers de pyrotechnie de Belfort et de Bourges. Ces accidents, dont les causes n'ont pas été expliquées, prouvent surabondamment que le maniement des explosifs est dangereux, d'autant plus dangereux que l'on ne peut ni prévoir ni éviter les explosions.

On a pensé cependant qu'en mélangeant les explosifs avec une substance inerte on préviendrait les explosions spontanées ; la roburite ou hellhofite, la dynamite, sont des produits de ce genre.

M. Witz croit qu'un mélange de deux substances séparément explosives peut devenir inoffensif, et qu'on trouvera la solution en mélangeant du coton-poudre en pâte au collodion avec du chlorate de potasse ; ou bien de la nitrobenzine avec du nitrate d'ammoniaque ou avec un autre produit semblable.

Quoi qu'il en soit, la solution de cette question n'est pas impossible et, presque simultanément, différentes puissances européennes ont annoncé qu'elles l'avaient trouvée.

L'Allemagne a découvert la roburite, la Russie le silotwaar, la Suède la bellite, la France la mélinite, et l'Autriche la miline.

La composition de ces substances est restée secrète, mais leurs effets ont été publiés par les journaux des différents pays.

M. de Parville et le colonel Hennebert entre autres ont divulgué les résultats des expériences de Magdebourg et du fort de la Malmaison.

A Magdebourg, un seul obus Krupp de 15 à charge de roburite suffit pour faire sauter un pan d'escarpe, à voûtes

en décharge. Un seul coup de mortier rayé de 21 renverse un magasin à poudre.

Au fort de la Malmaison, on a démoli des voûtes d'un mètre d'épaisseur avec le canon de Bange de 15 1/2. On a jeté par terre un magasin à poudre avec le mortier de 22.

Au fort de Bourges, on se proposait d'expérimenter des obus chargés de 33 kilos de mélinite ; mais il est à supposer que l'accident de Belfort empêchera de donner suite immédiatement à ce projet.

Il n'est même plus besoin, d'après les journaux allemands, d'avoir recours au matériel de siège ; on peut se servir des canons de 9 et de 8 de campagne pour lancer des obus-torpilles.

Un fort quelconque, toujours d'après les journaux, après 10 ou 12 heures de feu, ne présenterait plus qu'un amas de décombres. Parapets, voûtes, blindages, cuirasses, coupoles seraient balayés par les nouveaux engins comme un amas de feuilles mortes par un vent d'orage.

L'exagération même de ces allégations éveille dans l'esprit des doutes sur la réalité des faits.

Le récent accident de Belfort est venu démentir les affirmations prodiguées sur l'innocuité de la mélinite. Quant aux explosifs à base de fulmicoton comme la roburite, il faudra longtemps pour démontrer qu'on est parvenu à en empêcher la décomposition chimique dans les magasins.

Admettons cependant, car la chose n'est pas absolument impossible, que l'on parvienne à rendre un explosif assez maniable pour être employé comme engin de guerre. Ce n'est dans tous les cas que contre les fortifications que les obus-torpilles pourraient être employés avec succès ; contre le personnel leurs effets seraient inférieurs à ceux des projectiles employés actuellement.

Le tir par excellence contre le personnel est la mitraille ou le tir à boîtes-à-balles.

On place dans le canon, au lieu d'obus ou de boulet, un cylindre en tôle rempli de balles. Au sortir de la bouche à feu, le cylindre se brise et les balles sont lancées sous forme de gerbe conique sur l'ennemi.

La mitraille n'a presque plus d'effet utile à des distances supérieures à 600^m; la section du cône de dispersion, dont le diamètre est environ le dixième de la distance, n'embrasse plus un assez grand nombre de files; une partie des balles touche terre avant le but, une autre partie passe au-dessus, et la vitesse restante n'est plus assez grande pour produire de bons effets.

Pour porter la mitraille au loin, on a inventé le shrapnel ou obus à balles.

C'est un obus ordinaire rempli de balles, et renfermant une charge de poudre que l'on fait déflagrer en un point quelconque de la trajectoire au moyen d'une fusée particulière appelée *fusée à temps*.

On transporte de cette manière le sommet de la gerbe de balles à la distance du but la plus favorable.

Pour resserrer encore cette gerbe et pour accroître la vitesse d'arrivée des balles au but, on transforme le shrapnel en une espèce de canon; l'enveloppe est un cylindre en acier, la charge séparée des balles par une rondelle métallique est placée à l'arrière et, au moment de la déflagration, elle lance toutes les balles en avant du côté de l'objet à battre.

Pour que ce projectile fasse tout son effet, il faut donc nécessairement que l'enveloppe ne soit pas brisée.

C'est ce qu'on n'obtiendrait jamais avec un explosif. Quand on a fait éclater des obus-torpilles dans des fosses, on n'a rien retrouvé du métal du projectile ; il avait été littéralement réduit en poussière.

On irait donc directement à l'encontre de l'effet que l'on veut obtenir, en se servant d'explosifs pour le chargement des projectiles destinés à agir contre des hommes.

Quant aux fortifications, il ne serait pas prudent

d'accepter sans examen des allégations de journaux décrivant les effets terrifiants des explosifs.

En Allemagne comme en France, les explosifs ont été essayés contre d'anciennes fortifications, et les effets obtenus ne prouveraient tout au plus qu'une chose, à savoir que les anciennes fortifications n'offrent pas une résistance suffisante aux nouveaux engins.

Les maçonneries du fort de la Malmaison étaient en briques ou en pierres meulières, les plus mauvais matériaux pour résister à l'artillerie. De plus, le mode de

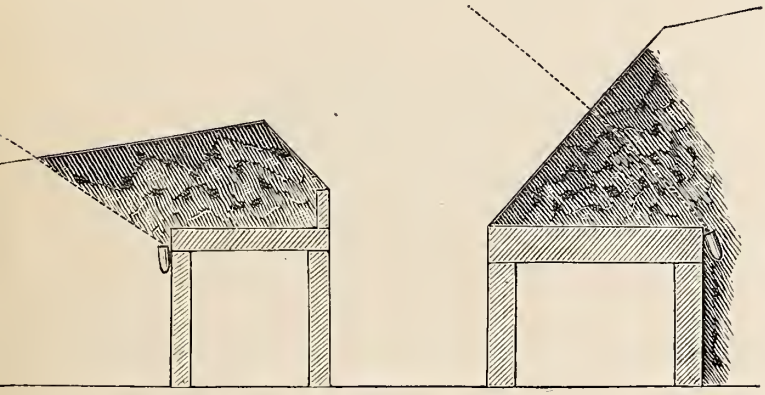


Fig. 5.

construction des voûtes par rouleaux superposés ne pouvait pas offrir une résistance suffisante à une violente percussion directe. Il est reconnu, en effet, que le rouleau d'intrados se détache presque entièrement sous l'effet du choc avant même que les rouleaux supérieurs ne soient entamés.

Des circonstances particulières ont, du reste, contribué à augmenter les effets du tir dans des proportions tout à fait anormales.

Un projectile est venu se loger contre un pied-droit d'une des voûtes en décharge soutenant le parapet, et l'explosion a renversé l'escarpe dans le fossé; un autre projectile est arrivé d'une manière analogue contre un pied-droit des voûtes soutenant la galerie de contrescarpe, et a jeté également celle-ci dans le fossé. Ces deux projectiles s'étant placés presque vis-à-vis l'un de l'autre, le fossé a été en partie comblé et la brèche au corps de place était faite (fig. 5).

Nous n'insistons pas sur le hasard qui a amené ce résultat, puisque ce hasard pourrait se reproduire à la guerre; mais nous tirerons des essais du fort de la Malmaison la conclusion que l'emploi de maçonneries en briques ou en moellons doit à l'avenir être proscrit dans les ouvrages de fortification.

Un autre enseignement à tirer de ces expériences, c'est que les projectiles du plus gros calibre, tirés par des canons de siège, pénètrent dans les parapets en terre à une profondeur de 7 à 8 mètres, tandis qu'ils s'arrêtent à 6 mètres dans les parapets en sable.

Dans la terre ou le sable, le projectile explosif détermine un entonnoir dont l'axe suit la ligne de moindre résistance. Il n'agit contre les maçonneries, que quand il est en contact avec elles; l'interposition de $0^m,80$ à 1^m de terre ou de sable entre le point d'explosion de la torpille et la maçonnerie fait office de matelas, et l'effet est pour ainsi dire annulé.

D'un autre côté, lorsque le projectile arrive sur une voûte recouverte d'une couche de terre insuffisante, il se couche sur la voûte, et prend précisément la position qui donne le maximum d'effet. C'est ce qui explique comment un seul obus, arrivé sur un magasin à poudre recouvert seulement de 5 mètres de terre, a détruit le magasin de fond en comble (fig. 6).

La fortification doit donc renoncer à ses anciennes méthodes et rechercher de nouveaux moyens de résister aux nouveaux engins employés contre elle.

Les expériences de Bucharest ont fourni les premiers éléments de cette recherche.

Quand on a voulu éprouver la force de résistance des avant-cuirasses en fonte durcie, on a placé la batterie d'attaque à 50 mètres de la coupole ; mais on s'est aperçu que, même à cette distance, il était impossible d'entamer le parapet de cuirasse en béton. Tous les projectiles ricochaient sans produire d'effet sensible, et on a été obligé de recourir au pic et à la pioche pour découvrir la fonte et pouvoir l'attaquer par le canon.

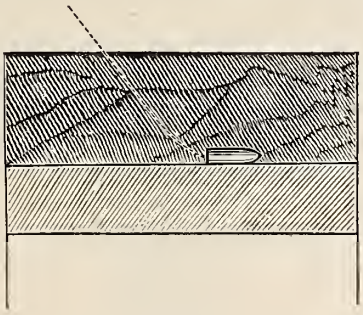


Fig. 6.

Profitant de cette expérience, on a essayé, tant en France qu'en Allemagne, de détruire les voûtes en béton au moyen des obus-torpilles.

Comme il n'y avait pas moyen de faire arriver un projectile sur la voûte en le lançant avec un canon, à cause du ricochet, on a tiré des obus mis au poids, et sur l'empreinte laissée par eux, on a placé un obus-torpille chargé, qu'on a fait éclater au moyen de l'électricité.

On est arrivé de cette manière à la conviction qu'une voûte en béton de 5 à 6 mètres d'épaisseur résiste parfai-

tement aux projectiles chargés de mélinite ou de coton-poudre (fig. 7).

Le béton offre cet avantage sur la maçonnerie de briques ou de moellons, qu'il ne donne pas de joints. Le point faible d'une maçonnerie, celui où la rupture se fait toujours, c'est le joint. Celui-ci n'existant pas dans le béton, il est naturel que la résistance à la rupture soit plus grande.

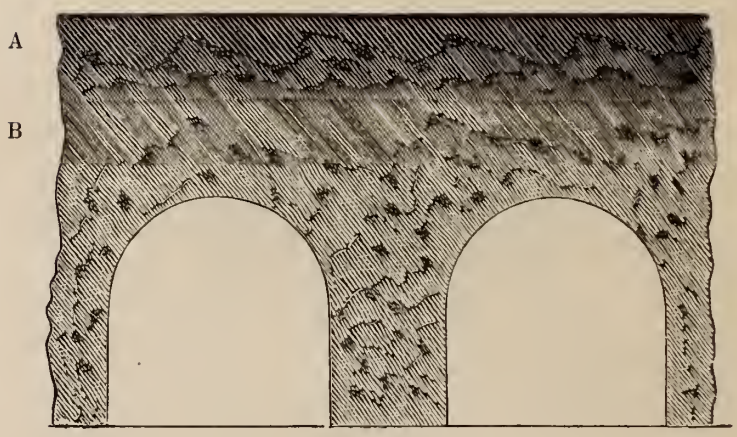


Fig. 7. A, *béton dur*, composé d'une partie de ciment portland pour une partie de sable. — B, *béton ordinaire*, composé de trois ou quatre parties de sable pour une partie de ciment.

Là ne se sont pas bornées les expériences. On a voulu constater les effets des obus-torpilles contre les cuirassés.

Le capitaine du génie hollandais Snyders, qui a suivi pendant trois ans les expériences faites en Allemagne, a publié dans le *Militaire Spectator* des renseignements très précis à cet égard.

Nous y voyons que, sur une coupole à calotte sphérique, composée d'un certain nombre de lames de fer doux, modèle Schumann, les obus-torpilles ricochent sans l'entamer, et ne font explosion qu'après s'être relevés.

Ainsi que nous le disions plus haut, il faut, pour qu'un explosif produise son maximum d'effet, qu'il soit en contact avec l'obstacle. Or l'obus ricoche sur le fer, et l'explosion ne se produit que lorsque le projectile s'est déjà relevé d'une quantité suffisante pour devenir inoffensif.

On a constaté qu'un obus-torpille, ayant ainsi éclaté après avoir touché la coupole, n'a laissé sur celle-ci qu'une tache blanchâtre allongée, produite par les gaz de la charge.

Pour que l'obus-torpille produisît tout son effet, il faudrait le faire éclater au moment même où il arrive en contact avec l'obstacle; mais il y a à cela une difficulté : les explosifs à base de nitroglycérine ou de fulmicoton ne font explosion qu'au moyen d'un intermédiaire contenant un fulminate quelconque ; la fusée ordinaire d'obus ou de shrapnel ne suffit pas. Quelle que soit la rapidité de l'inflammation de la fusée ou du pétard intermédiaire, il s'écoule toujours un temps appréciable entre la prise de feu de la fusée et la prise de feu de l'explosif, et pendant ce temps, quelque court qu'il soit, le projectile s'est assez écarté de l'obstacle pour devenir inoffensif. Les Allemands chargent leurs obus-torpilles avec du fulmicoton mouillé, et ils transmettent le feu au moyen d'un pétard de fulmicoton sec. On ne connaît pas l'intermédiaire employé en France ; mais, la mélinite étant un composé dans lequel entre la nitroglycérine, il est certain qu'un intermédiaire est indispensable.

Le meilleur moyen de soustraire les coupoles aux effets des obus-torpilles est donc de les entourer de parapets facilitant le plus possible les ricochets. Le dispositif suivant paraît répondre à ces conditions.

La coupole et son avant-cuirasse sont entourés d'un

parapet de cuirasse en béton de 4^m d'épaisseur, recouvert d'une couche de fer dit *flusseisen* de 3^m ; le tout est couvert par une bonnette de sable de 16^m d'épaisseur, qui se raccorde avec le talus extérieur.

La coupole étant ainsi préservée des coups directs, reste à trouver le moyen d'empêcher les projectiles de produire l'écroulement de tout le dispositif en l'attaquant par les fondations, comme cela est arrivé à la Malmaison.

Sans vouloir préjuger en rien les intentions des ingénieurs à cet égard, nous pensons qu'en supprimant le parapet et en le remplaçant par un glacis on atteindrait facilement ce but.

Un chemin couvert, précédant un fossé profond avec revêtement en béton, mettrait le fort à l'abri d'une attaque de vive force.

L'emplacement et le tracé de ce chemin couvert seraient déterminés d'après la topographie du terrain sur lequel le fort serait construit.

La possibilité de construire des coupoles en état de résister aux obus-torpilles est maintenant généralement admise.

Le gouvernement allemand a commandé toute une série de coupoles à l'usine Gruson de Buckau, et le gouvernement français en avait fait autant à l'usine de Saint-Chamond, quand une usine concurrente de Châtillon et Commentry lui a offert une coupole à éclipse qu'on prétendait supérieure à la coupole allemande.

Le gouvernement français, avant d'adopter définitivement la coupole de Saint-Chamond, a décidé qu'il serait fait à Châlons des expériences comparatives.

Il ne s'agit donc plus de rechercher si les coupoles résistent aux obus-torpilles, ce fait est acquis, mais bien de décider laquelle des deux coupoles de Saint-Chamond ou de Commentry est la meilleure.

Les Allemands ont rejeté les coupoles à éclipse pour

les gros canons, comme étant d'un maniement trop difficile et n'offrant pas assez de résistance à cause du pivot central ; mais ils les ont adoptées pour les canons Hotchkiss destinés à la défense rapprochée.

Ils ont également adopté le mortier blindé du major Schumann, qui permettra de répondre aux feux courbes de l'assiégeant.

On a prétendu que le bruit des détonations des gros canons rendrait l'intérieur des coupoles inhabitable. Cette objection n'est pas fondée ; le bruit du coup de canon se produit à la bouche de la pièce, qui se trouve toujours en dehors de la coupole.

De tout ce qui précède nous devons conclure que, si les fortifications anciennes ne peuvent braver les nouveaux engins de l'artillerie, les ingénieurs militaires sont en mesure d'en construire de nouvelles qui pourront leur résister victorieusement.

Général Jacmart.

ENCORE L'UNIVERSALITÉ

DU DÉLUGE

Observations sur la « réponse » de M. l'abbé Robert.

Les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* attendent sans doute de moi quelques lignes, en réponse aux articles dans lesquels M. l'abbé Robert a savamment repris la défense de l'hypothèse du regretté M. Motais, par rapport au déluge mosaïque. Je tâcherai de les satisfaire, avec brièveté (de peur d'abuser de l'hospitalité bienveillante de la *Revue*), en examinant loyalement ce que le travail remarquable de M. Robert apporte de nouveau, soit en faveur de l'hypothèse *non-universaliste* soit contre la thèse traditionnelle.

Dans l'intérêt de la vérité, cet examen doit être franc et sincère ; mais j'espère que rien, dans ce que je vais dire, ne donnera lieu à un doute sur l'estime que je professe pour le mérite et les excellentes intentions de M. l'abbé Robert. Si sa défense du système *non-universaliste* n'est pas heureuse, comme je le crois, la faute en est au système, non à la science et au talent du défenseur.

I

L'ÉCRITURE ET LA NON-UNIVERSALITÉ.

1. *L'universalité restreinte aux hommes.* — M. Robert, comme feu M. Motais, dépense beaucoup d'arguments contre l'interprétation, très commune aujourd'hui, qui restreint l'inondation diluvienne avec ses effets destructifs à l'étendue de la terre habitée par l'homme. Le pourquoi de ces attaques est facile à saisir. Cette interprétation, qui est sûrement probable, paraît à d'excellents juges amplement suffisante pour résoudre les difficultés *scientifiques* qu'on oppose au déluge de Moïse. Or, s'il en est ainsi, une hypothèse plus aventureuse est inutile.

L'argumentation des *non-universalistes* contre cette théorie du déluge restreint ne manque pas d'habileté. Elle consiste surtout à soutenir que ses auteurs limitent arbitrairement leurs restrictions et que, pour être conséquents avec leurs principes, il devraient aller jusqu'à la *non-universalité*, même quant aux hommes. Les arguments apportés dans ce sens par M. Motais ont été fortifiés par M. Robert, je le reconnais volontiers. Néanmoins ils me paraissent toujours très loin d'atteindre leur but ; bien plus, sous la forme partiellement nouvelle que M. Robert leur donne, ils me semblent se retourner encore plus contre sa propre hypothèse.

Ce que j'en dirai n'est pas pour défendre le système de l'universalité restreinte aux hommes. Ce système m'est indifférent ; j'ai déjà dit que je ne le crois pas nécessaire pour la solution des difficultés *scientifiques* du déluge. Je me propose uniquement de faire voir que les arguments de M. Robert, quelle que soit leur valeur, ne font gagner à son hypothèse aucun avantage réel.

Tous les efforts de M. Robert, dans son premier para-

graphe (1), tendent à prouver qu'à s'en tenir au texte de la relation mosaïque, on ne peut choisir qu'entre *l'universalité absolue* du déluge ou la *non-universalité* à la manière de M. Motais. *Pris en lui-même, le texte sacré*, dit-il, *ne comporte pas la moindre restriction*, pas plus pour *la terre* ou *les animaux* que pour *les hommes*. Ainsi donc, ou bien vous devez admettre *l'universalité absolue* du déluge ; ou si, malgré cette absence de toute restriction dans le texte, vous croyez pouvoir soutenir que « *toute* la terre », « *tous* les animaux », ne désignent pas la terre *entière* ni la *totalité* des animaux, vous donnez par là même à d'autres le droit d'appliquer une restriction semblable à l'expression « *tous* les hommes ».

C'est, comme on voit, une arme à deux pointes que M. Robert dirige contre mon interprétation. Je m'étonne qu'il n'ait pas senti combien il était facile de retourner les deux pointes contre sa thèse.

Supposons, en effet, qu'il réussisse à démontrer la proposition fondamentale de son argument, à savoir que « le texte sacré, pris en lui-même, ne comporte pas la moindre restriction » : il sera logiquement contraint d'accepter l'universalité *absolue* du déluge.

Si, au contraire, cette prémisse n'est pas démontrée, non seulement le système de l'universalité limitée aux hommes reste debout, mais le système *non-universaliste* perd sa base la plus spécieuse, qui est la *parité* prétendue des expressions générales « *toute* la terre », « *tous* les animaux », « *tous* les hommes ».

Ainsi, que l'assertion fondamentale de M. Robert soit vraie ou fausse, il aura percé sa théorie de ses propres armes.

Je pense, quant à moi, que la prémisse est fausse. Les preuves que M. Robert apporte sont faciles à réfuter. Il

(1) V. la *Revue*, tom. XXI, p. 138 (ce sont les pages de ce tome auxquelles je renverrai toujours, à moins d'indication contraire), art. du 20 janvier 1887 (second article au 20 avril).

argue surtout de ce que les expressions générales concernant « *toute* la terre », « *tous* les animaux », dans la relation du déluge, sont identiquement les mêmes que dans le récit de la création (*Gen.* I, 26, 28), où elles ont certainement un sens rigoureusement universel.

Je réponds comme j'ai déjà fait à d'autres arguments analogues. Les expressions sont les mêmes, si vous les considérez *matériellement*, oui ; c'est-à-dire qu'on lit de part et d'autre les mêmes mots « *toute* la terre », « *tous* les animaux ». Mais elles ne sont pas les mêmes, si vous les prenez avec leur *contexte* respectif.

Le contexte qui, d'après toutes les règles, doit servir en premier lieu à préciser l'étendue de ces formules générales, indéterminées par elles-mêmes, le contexte, dis-je, interdit toute restriction dans les textes du premier chapitre, M. Robert le fait bien voir (p. 143). Au contraire, dans les chapitres VI-VIII, qui comprennent la narration du déluge, le contexte ne s'oppose en rien à une certaine restriction des termes dont il s'agit, ou plutôt il y est favorable. Entre autres preuves que j'en ai données, la principale, qui à elle seule pourrait suffire, est ce fait incontestable, que la *terre* n'a été ravagée et les *animaux* n'ont été frappés, dans le déluge, *qu'à cause des péchés des hommes*. C'est l'Écriture elle-même qui nous révèle expressément ce fait, en nous apprenant que Dieu a « maudit » la terre « à cause des hommes » et parce qu'ils l'ont « corrompue », c'est-à-dire souillée, et rendue odieuse à la sainteté infinie par leurs iniquités (1). Il suit de là, sans aucun effort, que l'arrêt divin, décrétant le déluge, se restreint naturellement aux régions que les péchés de l'homme ont pu souiller, c'est-à-dire à la terre *habitée*, et aux êtres qui ont pu être en quelque façon les auxiliaires de ses crimes, c'est-à-dire aux animaux de cette même terre *habitée*. Cette déduction ne cesserait d'être

(1) *Gen.* VI, 11-13 ; cf. *Revue*, XX (20 juillet), p. 128.

légitime que si le même texte d'ensemble portait une indication qui la contredît clairement et positivement. Mais nulle indication de ce genre n'existe, et M. Robert n'en a signalé aucune.

A cette preuve mon savant contradicteur n'a rien répondu; je crois être en droit de conclure qu'il n'a rien à y opposer.

Par là même tombe aussi cet autre argument : Les expressions relatant la destruction de « *tous* les animaux » sont aussi générales que celles qui concernent la destruction de « *tous* les hommes »; donc « c'est la *destruction totale* des uns et des autres que le texte proclame (p. 142). » J'ai fait voir dans mon premier travail, et je viens de montrer encore, comment le texte permet de restreindre l'expression « *tous* les animaux ». Le même texte d'ensemble *exclut positivement* toute exception en ce qui concerne les hommes (la famille de Noé exceptée), et M. Robert se déclare d'accord avec moi sur ce point (1). Le texte ne réclame donc que la destruction totale *des animaux de la terre habitée par l'homme.*

En résumé, l'assertion de M. Robert, que *les termes du texte sacré, pris en lui-même, seraient d'une universalité aussi rigoureuse pour la terre ou les animaux que pour les hommes,* reste tout entière à prouver. Et, par conséquent, les *non-universalistes* n'ont aucun droit de conclure, avec M. Robert (pp. 145, 149), des restrictions admises comme possibles pour la *terre* et les *animaux*, à la légitimité d'une restriction quelconque pour les hommes.

(1) P. 142. M. Robert admet un des arguments que j'ai apportés pour prouver cela. Il rejette celui que j'ai tiré de l'emploi du mot *âdâm,* " homme ", avec l'article *(hâ'âdâm).* Le sens constant que j'attribue à *hâ'âdâm* ne saurait lui convenir, dit-il, dans *Gen.* VI, 2 *(benôth hâ'âdâm.* " filles de l'homme "). M. Robert oublie qu'en hébreu, dans les combinaisons de deux noms dont le second équivaut à un génitif, l'article, qui n'est jamais accolé au premier, mais qui s'adjoint au second, n'appartient pas en réalité à celui-ci pour le sens, et doit être rapporté, soit au premier, soit à l'ensemble de la combinaison. Aussi *benôth hâ'âdâm* doit se traduire proprement " *les* filles d'hommes. "

Voilà donc une des deux pointes du fameux dilemme émoussée, ou plutôt menaçant le cœur de l'hypothèse non-universaliste. Avec l'autre, je crains qu'il ne lui arrive encore pis.

M. Robert affirme hautement et répète, qu'*à ne considérer que le texte sacré en lui-même, on serait contraint d'admettre,* non seulement la destruction de *tous les hommes* en dehors de l'arche, mais encore la *submersion totale* du globe et la destruction de *tous les animaux répandus sur toute la terre;* « en un mot, que le texte biblique, ainsi considéré isolément, donne raison aux partisans de l'*universalité absolue* du déluge (p. 148). »

Pourquoi donc n'admet-il pas cette universalité absolue? Quelle raison a-t-il de se refuser à une conclusion si nettement réclamée par le texte inspiré? Il n'en indique pas d'autre que celle-ci, à savoir qu'il faudrait admettre en même temps une série de « *miracles inutiles* ». Pour fortifier cette raison, il observe que je l'ai fait valoir moi-même contre la submersion totale du globe, et que c'est « la seule raison valable » que j'aie apportée à cette occasion (p. 149).

Je prierai nos lecteurs de remarquer que cette raison n'a été invoquée par moi que tout à fait subsidiairement (XX, 128). Prise à part des autres arguments, que j'avais apportés d'abord et que M. Robert rejette, elle ne me paraîtrait être qu'une pure *pétition de principe* et, par conséquent, sans aucune valeur. L'universalité *absolue* du déluge exigerait une série de *miracles*, soit ; nous croyons à la possibilité du miracle, vous, monsieur l'abbé, et moi et nos lecteurs, et vous ne voudrez pas *à priori* exclure le miracle du déluge, où la Bible et l'Église nous obligent à voir une des plus grandioses manifestations de l'action divine. — Mais ce seraient des miracles *inutiles :* voilà ce que vous ne prouvez en aucune façon, ou plutôt vous avez prouvé le contraire; car, si *le texte biblique, pris en lui-même, contraint d'admettre l'universalité absolue du déluge,*

comme vous le dites, les miracles que cette universalité suppose ne sauraient être des miracles *inutiles;* ils sont *nécessaires* pour ne pas donner le démenti au texte inspiré.

Au reste, il serait facile de montrer que M. Robert exagère beaucoup les miracles qu'entraîne l'universalité *absolue* du déluge (1). Mais, quoi qu'il en soit, si j'étais persuadé, comme lui, que le texte de la relation du déluge ne comporte aucune restriction pour l'inondation de « *toute* la terre », je me croirais tenu en conscience d'accepter l'universalité rigoureuse du grand cataclysme. Et je puis l'assurer de nouveau que cette nécessité n'aurait pour moi rien de redoutable. Lui-même ne reconnaît-il pas que le déluge strictement universel est certainement *possible* (p. 417)?

(1) M. Robert veut bien admettre que l'hypothèse des exhaussements et des affaissements combinés du sol, par laquelle s'expliquerait facilement l'inondation de toute la terre, " n'est pas impossible à Dieu „ (p. 417). C'est tout ce qu'il faut. Pour le dire en passant, la même hypothèse expliquerait tout aussi bien, dans le cas du déluge restreint à la terre *habitée,* " l'arrêt subit des eaux vengeresses sur les limites de l'habitation de l'homme „. Je ne comprends pas que M. Robert voie là une si grosse difficulté contre le système de l'universalité restreinte aux hommes (pp. 147, 149, 422). Tout aussi peu sérieuse me paraît cette autre objection, sur laquelle il appuie beaucoup, à savoir que, les hommes étant (probablement) répandus sur le globe entier, au moment du déluge, l'inondation ne pouvait atteindre *tous les hommes* qu'à la condition d'être *totale* et *absolument universelle (ll. cit.).* Cette dernière assertion outrepasse les bornes de la conclusion légitime. J'accorde à M. Robert, s'il y tient, que l'humanité, au temps de Noé, occupait déjà les cinq parties du monde; cependant, il ne voudra pas soutenir que les enfants d'Adam, après 2262 ans de travail, eussent plus avancé la colonisation du globe, que leurs descendants n'ont fait aujourd'hui, après au moins quatre mille ans. Il restait donc des espaces *non habités par l'homme ;* et ainsi, la submersion totale de la terre habitée, même étendue à l'extrême, au gré des conjectures de M. Robert, aurait toujours laissé des îles ou des îlots plus que suffisants pour loger à l'aise et nourrir, durant le déluge, autant d'animaux qu'on eût voulu. On pourrait montrer que l'hypothèse, admise par M. Robert (p. 418), de la " disparition complète et permanente, sous les eaux, d'un immense continent (qui aurait jadis porté les victimes du déluge), „ donne lieu à de bien autres difficultés. Pour n'en signaler qu'une, cette submersion *complète* et *permanente* de la terre atteinte par le fléau divin ne s'accorde guère avec le texte de la Genèse, qui décrit le *retrait des eaux de l'inondation* et le *desséchement* graduel *de la terre submergée (Gen.* VIII, 1-14).

En fin de compte, les efforts de M. Robert pour acculer ses adversaires à l'hypothèse embarrassante (selon lui) de l'*universalité absolue*, n'aboutissent logiquement qu'à l'enfermer lui-même dans une impasse, où son hypothèse doit forcément périr.

Il paraît l'avoir senti un peu. Aussi cherche-t-il à se dégager en recourant à un genre d'argumentation nouveau, et qui me semble en flagrante contradiction avec celui qu'il a employé dans son premier paragraphe. Du reste, l'effet n'en est pas plus heureux, si je ne me trompe fort.

2. *Le point de vue subjectif.* — M. Robert reproduit d'abord la théorie de M. Motais sur le « point de vue subjectif » de l'historien du déluge; c'est-à-dire que, suivant lui, Noé (dont Moïse se borne à mettre la narration par écrit) (1) appelle « *toute* la terre » la contrée qu'il a eue sous les yeux pendant le déluge; et « *tous* les hommes », « *tous* les animaux », les hommes et les animaux de cette contrée (p. 151).

Il observe que « ce point de vue subjectif du narrateur est chose admise par plus d'un exégète ». Sans doute, *quelques passages* de la relation du déluge ont pu être écrits du point de vue restreint de Noé; tout le monde, et non pas seulement plus d'un exégète, l'admet, je crois. Le texte lui-même favorise cette explication, comme l'ont montré les PP. Pianciani et de Hummelauer, M. l'abbé Vigouroux et d'autres. Mais de là à étendre le « point de vue subjectif », tel que l'entend M. Motais, à toute la narration du déluge, il y a loin; et les auteurs invoqués par M. Robert sont ici décidément contre lui.

Je ferai, s'il le veut, une exception pour ceux dont le

(1) M. Robert n'est pas trop exact quand il dit (p. 153) : " Il ne faut pas le perdre de vue, c'est le patriarche ou ses fils qui *seuls* ont pu rapporter cet événement transmis jusqu'à nous par leur postérité. „ On ne pourrait, sans rationalisme, exclure toute hypothèse d'une *révélation directe* faite à Moïse au sujet du déluge.

P. Corluy parle, dans la citation que M. Robert est si heureux de reproduire (pp. 152-153). Seulement, il eût été mieux de ne pas omettre ce que le P. Corluy s'était empressé d'ajouter, à savoir, que la question de la *non-universalité* du déluge ne pouvait être tranchée par les considérations qu'il venait d'exposer. De plus, le P. Corluy a déclaré que, dans le passage allégué par M. Robert, « son intention n'était pas de faire *siennes* les idées qu'il attribuait à « certains auteurs (1) ».

Ainsi le « témoignage favorable » que mon honorable adversaire avait cru trouver dans l'article du savant professeur belge se réduit à néant. Quant aux auteurs dont le P. Corluy n'avait voulu que rapporter l'opinion, je crois savoir que ce sont des docteurs allemands, dont l'enseignement sur ce point, comme sur d'autres, ne se recommande point par une parfaite solidité théologique. M. Robert n'attend pas, sans doute, que j'accepte comme soutenable toute assertion émise par quelque auteur, même recommandable sous certains rapports.

Pour en venir aux raisons, M. Robert déclare « ne pouvoir apporter de preuve plus frappante » du point de vue *subjectif* du narrateur du déluge biblique, que le petit épisode de *la colombe (Gen.* VIII), déja exploité par M. Motais.

Non-universalistes, remerciez le pigeon voyageur de Noé, qui proclame le salut de votre théorie, comme il a autrefois annoncé le salut du monde! On me pardonnera de « plaisanter » un peu sur une thèse qui en est réduite à chercher son argument « le plus frappant » dans un détail si accessoire. Autant vaudrait chercher le point de vue d'après lequel un Léonard de Vinci, un Michel-Ange, un Raphaël ont ordonné leurs grandes compositions, dans l'attitude de quelqu'une des figures dont ils garnissent leurs plans secondaires.

(1) *La science catholique*, 15 décembre, p. 67 note.

Mais examinons le raisonnement de M. Robert. « Noé, dit-il, du prompt retour de la colombe, conclut que *les eaux couvraient encore toute la terre;* » et lui-même conclut aussitôt, sans autre forme de procès : « Ne voit-on pas que, pour Noé, « *toute la terre* » et « toutes les montagnes », c'est la contrée et les montagnes qu'il a eues sous les yeux pendant le cataclysme; de même que « *tous* les hommes » et « *tous* les animaux », ce sont les hommes et les animaux de cette contrée (p. 151)? »

Comment la découverte que M. Robert fait ici d'un sens restreint de l'expression *toute la terre*, comme *indiqué évidemment par le texte lui-même*, s'accorde-t-elle avec les négations si catégoriques et si absolues de tout à l'heure? Il ne serait pas aisé, je crois, de l'expliquer. Ce qui suit déroute encore bien plus toutes mes notions de logique. En vertu de quel principe M. Robert, après avoir déterré ce sens restreint de la formule « *toute* la terre » dans un coin du texte (qui n'est même, en réalité, qu'une parenthèse), peut-il aussitôt appliquer la même restriction à tous les passages du récit du déluge où il est question de la *terre?* Comment, surtout, peut-il, sans autres frais de démonstration, aller d'un bond à la conclusion que toutes les expressions générales de ce récit doivent ou du moins peuvent, légitimement, être soumises à une restriction analogue? S'il m'était permis de parler comme mon savant contradicteur, je dirais (non sans raison, je crois) que c'est bien ici « de l'arbitraire pur ».

Telle étant la « preuve la plus frappante » du « point de vue subjectif », d'après M. Robert, les autres arguments qu'il y joint ne doivent pas nous arrêter longtemps. Ils ne sont guère que la répétition des arguments de M. Motais, et je ne saurais dire que M. Robert les ait fortifiés.

Ainsi, il invoque encore les « usages de l'Écriture » (p. 150), c'est-à-dire ce fait, qui n'est point particulier à la Bible, que des expressions générales qui, prises à la

lettre et au sens *matériel*, désigneraient *toute la terre, tous les hommes,* etc., doivent, dans plus d'un passage, se prendre en un sens très restreint. Mais cela ne prouve nullement qu'on ait le droit de les restreindre dans tous les cas et, pour ainsi dire, à volonté. Car il y a un autre fait également certain, c'est que souvent les mêmes expressions ont un sens rigoureusement universel dans l'Écriture. J'ai cité comme exemples certaines prophéties de l'Ancien Testament qui annoncent, *dans leur sens littéral*, l'universalité de la rédemption et de l'empire futur du Messie (1). C'est surtout, ai-je dit, par l'étude du *contexte*, que doit se déterminer la vraie étendue des formules dont il s'agit, *dans chaque cas particulier*. Or, de l'aveu de M. Robert, le contexte de la narration du déluge, pris en lui-même, n'admet aucune restriction de l'expression « *tous* les hommes ». Les « usages de l'Écriture » n'apportent donc aucun secours à sa thèse.

3. *Le plan de la Genèse.* — Reste le grand argument de M. Motais, mais qui chez M. Robert n'a plus qu'un rôle assez effacé, l'argument tiré du *plan de la Genèse.* « Pourquoi, demandent les savants auteurs, vouloir mettre en cause le genre humain tout entier dans un fait qui, d'après le plan même de la Genèse, n'a rapport qu'à une faible portion de l'humanité (p. 154) ? »

Je ne suis pas surpris que cet argument, développé sous une forme ingénieuse et brillante, ait d'abord ébloui un bon nombre de lecteurs de M. Motais. Cependant, si je ne me fais beaucoup d'illusion, j'ai montré qu'il n'est au fond qu'un échafaudage d'assertions très peu solides. M. Robert

(1) Je ne sais pourquoi, M. Robert n'a pas, semble-t-il, compris cet argument. Il me répond (p. 150). en demandant si " les auteurs bibliques connaissaient le sens *typique* de leurs écrits „. Je n'ai point voulu parler des prophéties qui n'annonceraient que par leur sens *typique l'universalité* de l'empire du Messie ; il y en a certainement qui l'annoncent au sens *littéral*, par exemple dans Isaïe. Je n'ai pas davantage parlé de la pensée *personnelle* des prophètes, mais bien du *sens naturel* de leurs expressions, qui est *la pensée même du Saint-Esprit*.

me donne raison (tacitement, il est vrai), en sacrifiant la base principale des déductions de son maître.

M. Motais argumentait surtout de ce que la Genèse, à partir du chapitre v, est (selon lui) l'histoire *exclusive* de la famille de Seth et de Noé, ou des ancêtres directs d'Israël. Avant d'arriver là, dit-il, le narrateur biblique, en vertu de son « plan d'élimination », dont il ne dévie jamais, à dû raconter *tous les faits généraux communs aux Séthites et aux Caïnites.* Par conséquent, « pour *faire entrer les Caïnites dans le déluge* (au chapitre vi), il faut briser la clôture toujours rigoureusement maintenue par Moïse, en *rouvrant de force une section qu'il a fermée sans retour sur Caïn et sa race.* Il faut briser également la barrière derrière laquelle il enclôt *expressément* l'histoire exclusive des Séthites (1) ». M. Motais ne craint pas d'ajouter que, seuls, « le préjugé » et le besoin de soutenir des « suppositions » faites *à priori*, ont pu porter les exégètes antérieurs (c'est-à-dire toute la tradition ecclésiastique) à s'imaginer voir les Caïnites dans la narration mosaïque du déluge.

Qu'est devenue chez M. Robert toute cette argumentation si triomphante? C'est à peine s'il y fait une allusion discrète dans une note (p. 158, note 2). A la vérité, il affirme, sans essayer de le prouver, que mes critiques à ce sujet ont « peu de fondement ». J'ai le droit, je pense, d'inférer le contraire de la manière dont il glisse sur une théorie si chère à M. Motais.

D'ailleurs, M. Robert ne la condamne pas seulement par cette réserve significative. Acceptant tacitement les résultats de mes « critiques » si dépourvues de fondement, il donne des événements racontés au commencement du chapitre vi de la Genèse une explication que je signerais volontiers presque tout entière (pp. 158-159). Ainsi les *filles d'hommes*, par lesquelles la corruption s'est pro-

(1) *Le déluge biblique*, pp. 276-277.

pagée sur « toute la terre », ne sont plus des « Séthites de bas étage », comme l'affirmait si catégoriquement M. Motais : ce sont des *Caïnites* (1). En conséquence, M. Robert ne craint pas d'écrire que, « *d'après la Genèse*, il semblerait que le monde patriarcal, c'est-à-dire la fraction séthite au milieu de laquelle vivaient les patriarches nommés au chapitre v, *se fût développé côte à côte avec une fraction caïnite* (p. 158). »

Voilà donc que, pour le champion de M. Motais lui-même, la « clôture » et la « barrière », que le plan de la Genèse opposerait à l'entrée des Caïnites dans la relation du déluge, n'ont aucune existence réelle. Et il ne sert de rien à M. Robert, pour pallier son désaccord flagrant avec M. Motais, de nous faire observer qu'il fait intervenir « *des* Caïnites », et non *les* Caïnites, dans l'histoire du déluge. Car M. Motais soutenait (et cela était indispensable à la stabilité de son système) que Moïse *ignorait totalement* les Caïnites dans cette histoire (2); que son plan lui interdisait de les y faire réapparaître, même par « une allusion », vu qu'il avait épuisé tous les faits qui leur étaient communs avec les Séthites et « pris définitivement congé d'eux », dès le chapitre IV.

Je n'aurais eu qu'à féliciter M. Robert des concessions qu'il me fait (avec un peu de mauvaise grâce, que j'excuse) si, après avoir jeté à l'eau presque tout le système de M. Motais sur le plan de la Genèse, il ne prétendait en garder comme planche de salut, je lui emprunte cette métaphore, un argument qui est peut-être le plus insoutenable de tous.

C'est l'argument tiré de la généalogie du chapitre v.

(1) M. Robert écrit (p. 158, note 2) : " Il n'est point si évident qu'il s'agisse, dans le verset 4 (du chap. x de la *Sagesse)* de la descendance de Caïn. Le mot *injustus* (v. 3) est impersonnel. „ Non ; car, dans le même verset, il est ajouté que cet " injustus, *fratricidis* furoribus simul periit „. ce qui, avec le contexte, désigne bien Caïn personnellement.

(2) *Dél. bibl.*, p. 294. Je ne vois pas comment, en cet endroit, M. Motais " est moins affirmatif (M. Robert, p. 158, note 2). „

J'ai montré que, dans cette généalogie, où les ancêtres directs de Noé sont seuls nommés par leurs noms, les branches collatérales ne sont pas, néanmoins, entièrement passées sous silence. M. Robert persiste à affirmer que « c'est l'histoire *exclusivement patriarcale* qui commence (p. 154). » Je lui demanderai donc aujourd'hui ce qu'il entend par là.

Veut-il dire, qu'à partir du chapitre v, Moïse ne rapportera plus que des faits concernant les *patriarches* ou la lignée de Seth-Noé *exclusivement*, c'est-à-dire des faits où cette fraction de l'humanité aura *seule* eu un rôle? Non, certainement : d'abord, parce que ce serait prêter à Moïse un plan absurde ; ensuite, parce que M. Robert admet que dans l'histoire du déluge, racontée au chapitre vi de la Genèse, les *Caïnites* ont encore un rôle qui n'est pas sans importance.

Veut-il dire seulement que Moïse se contentera désormais de raconter les événements où la lignée de Seth-Noé a une part *importante?* Dans ce cas, il s'exprime d'une manière peu juste, en disant que « c'est l'histoire *exclusivement* patriarcale qui commence. » Mais, pour le fond, son assertion sera acceptable. Seulement, j'aurai le droit, alors, de dire à M. Robert, comme je l'ai dit à M. Motais, que le plan de la Genèse, entendu de cette façon, n'exclut nullement l'intervention des autres races, au moins à titre secondaire, dans « l'histoire *patriarcale* » ; c'est-à-dire, qu'il permet parfaitement au narrateur biblique de raconter des faits communs à tous les Séthites et de plus à tous les Caïnites, même après le chapitre iv.

De toute manière donc, M. Robert manque de tout fondement pour affirmer que l'histoire du déluge, « *d'après le plan même de la Genèse*, n'a rapport qu'à une faible portion de l'humanité ».

Après cela, je n'ai point à m'arrêter aux reproches qu'il m'adresse, comme il semblerait, pour se dédommager des sacrifices qu'il a dû faire. S'il trouve qu'à propos du plan

de la Genèse je me « lance dans des considérations non moins conjecturales (que celles de M. Motais) », et « dont le résultat définitif est la contradiction », j'ai de quoi me consoler dans la certitude d'avoir simplement suivi, sur ce sujet, comme j'ai essayé de le faire dans tout le cours de mon travail, la voie sûre de la *tradition ecclésiastique*. L'étonnement que mon savant contradicteur manifeste, de me voir rapporter les onze premiers chapitres de la Genèse (plus exactement ch. I-XI, 9) à l'histoire *religieuse du genre humain* et reculer le commencement de « l'histoire *particulière du peuple de Dieu* » jusqu'après la grande dispersion racontée au chapitre XI, prouve qu'il n'a pas assez consulté cette tradition. Il ne peut, dit-il ironiquement, « espérer être jamais de l'avis de tout le monde sur ce point (pp. 155-156). » Il lui serait facile, cependant, de se mettre ici en compagnie de *tous* les exégètes catholiques, et même de *tous* les protestants, à trois ou quatre exceptions près. De fait, il n'y a pas un seul auteur ecclésiastique, avant M. Motais, qui n'ait admis comme certain que la Genèse se donne comme une histoire *de l'humanité*, au moins jusqu'à la fin du chapitre X (1).

Pour en finir avec la relation du déluge, je crois pouvoir conclure qu'en dépit des efforts combinés de MM. Motais et Robert, le récit inspiré de la Genèse se refuse toujours très nettement à l'interprétation non-universaliste.

4. *L'universalité dans les autres livres de la Bible.* —

(1) Il me suffira de renvoyer aux pères de *l'histoire religieuse*, à Eusèbe de Césarée (notamment dans sa *Préparation évangélique*, liv. XII, ch. XV), à S. Augustin *(De civitate Dei*, lib. XIV-XVI), à l'auteur déjà cité du traité *De vocatione omnium gentium*, enfin à Bossuet *(Discours sur l'histoire universelle*, 1re et 2e partie), ou simplement à une bonne *Histoire de la révélation biblique*, telle que celles de Mgr Haneberg (traduct. Goschler, t. I, 1re et 2e part.) et du Dr Zschokke *(Historia sacra A. T.*, Period. I). Ni Dom Calmet (qui admet que *tous les hommes* étaient à Babel), ni S. Ephrem ne pensent autrement. Quant au témoignage de S. Luc, que m'oppose M. Robert, il m'est impossible de voir en quoi il peut m'être contraire.

J'ai peu de chose à dire des observations que M. Robert fait sur les textes de la *Sagesse* (XIV, 6) et de l'*Ecclésiastique* (XLIV, 17-18). Il commence par atténuer la force de ces passages, en les traduisant, comme il dit, « mot à mot », mais en réalité d'une manière inexacte. Sans doute l'universalité absolue du cataclysme ne paraît plus quand on lit : « L'espérance du monde, réfugiée sur un bateau, laissa pour l'*avenir* le germe d'une *postérité* (p. 160). » Mais aussi ces mots ne rendent pas l'original: ἡ ἐλπὶς τοῦ κόσμου ἐπὶ σχεδίας καταφυγοῦσα ἀπέλιπεν ΑΙΩΝΙ σπέρμα ΓΕΝΕΣΕΩΣ. Car αἰών employé seul n'a que deux sens dans la Bible grecque et notamment au livre de la *Sagesse*, savoir, celui de *perpétuité*, qui évidemment n'a rien à faire en cet endroit, ou celui de *monde* (1). Γένεσις ne signifie pas davantage « postérité » ; sa seule signification chez les écrivains grecs de l'Ancien Testament est « naissance » ou « création ». La vraie traduction est donc celle que j'ai donnée : « L'espérance de l'univers, réfugiée sur un navire, laissa (ou garda) *au monde* le germe de la *renaissance.* » L'universalité de la destruction diluvienne est ainsi clairement affirmée.

M. Robert traduit l'*Ecclésiastique :* « Noé fut trouvé parfait juste, au temps de la colère il devint rédemption. A cause de cela il y eut *un reste* (une semence) pour la terre, c'est pourquoi eut lieu le déluge. » Sans parler du « c'est pourquoi », qui devrait être remplacé par « lorsque », d'après la leçon suivie par la Vulgate, l'explication que M. Robert donne entre parenthèses, pour l'expression « un reste », en grec κατάλειμμα, est tout à fait arbitraire. Le mot grec, d'après l'usage constant de la Bible, répond à l'hébreu *sche'âr* ou *sche'êrîth* et, de même que ces derniers, ne signifie pas autre chose qu'un « reste », c'est-à-dire *tout ce qui subsiste d'un total après la destruction d'une grande quantité de ses éléments.*

(1) Pour le sens " monde ", voir encore *Sag.* XIII, 9; XVIII, 4; pour celui de " perpétuité ", *Eccli.* XLIV, 19, etc.

M. Robert fait suivre ses traductions de l'extrait d'une lettre inédite, où M. Motais lui-même avait essayé de répondre au témoignage de l'*Ecclésiastique*. Cette réponse s'appuie tout entière sur la confusion injustifiée entre le « reste » et la « semence », dans le texte en question; ce qui lui enlève déjà toute force. D'ailleurs, c'est en vain que l'ingénieux exégète recourt à la distinction entre un sens *moral* et un sens *physique* de ce texte. Ce qu'il appelle le sens *moral* n'est qu'un sens *mystique* ou, tout au plus, un sens *déduit*. Il reste donc à chercher le sens *littéral et immédiat* que le premier *suppose* et que le Saint-Esprit a eu directement en vue. Ce sens pourrait être celui que M. Motais appelle le sens *physique*, s'il n'avait le tort de lire « semence » là où l'écrivain sacré a parlé de « reste ». La vraie traduction rétablie, on voit que c'est uniquement en considération et par le ministère de Noé le juste, qu'un *reste* a été laissé à « la terre » (1). La seule conclusion naturelle, c'est donc que tout a péri en dehors de l'arche, au moins sur la terre habitée. Ajoutons que cette conclusion est confirmée par le verset suivant : *Les pactes perpétuels* (διαθῆκαι αἰῶνος) *ont été conclus avec lui, pour que toute chair ne fût plus détruite par le déluge* (Cf. *Gen.* VIII, 21).

Quant au témoignage si positif de *saint Pierre*, je remarque d'abord que M. Motais, qui y revient aussi dans la lettre déjà mentionnée, et M. Robert, à sa suite, ne s'occupent plus que du texte où le déluge est représenté comme type du baptême. J'y reviendrai moi-même dans un instant; mais je constate qu'il n'est rien répondu à l'argument que j'avais tiré de l'emploi répété du terme significatif « le monde », pour désigner l'*étendue de population humaine* atteinte par le déluge (2).

5. *Les " Caïnites postdiluviens "*. — Pour en finir avec

(1) On peut traduire avec Vatable : " A cause de cela, *il* (Noé) fut (laissé comme) *reste* à la terre. "

(2) II *Petr.* II, 5; III, 6. Cela répond à la question de M. Robert (p. 167, note 3).

les arguments proprement scripturaires, je passe tout de suite aux prétendus « *Caïnites* postdiluviens ».

Je ne suivrai plus dans ses développements la thèse de M. Motais sur les *Qénites* ou *Cinéens*, thèse que M. Robert reproduit sans y ajouter, je crois, aucune force nouvelle. Elle n'a qu'un seul point d'appui d'apparence sérieuse, une interprétation particulière de la prophétie de Balaam (*Num.* XXIV, 17-22). Et cette interprétation ne se soutient qu'à l'aide de plusieurs hypothèses très fragiles.

Premièrement, on suppose que le nom de *Qaïn*, qui est donné au peuple en question ou à son pays, dans l'édition *massorétique* de la Bible, est le nom du « père » de ce peuple, et que ce père est Caïn, le frère d'Abel. Tous les efforts de M. Robert tendent à prouver que ces suppositions ne sont pas impossibles. Je ne vois pas réfuté ce que j'ai dit pour montrer qu'elles sont au moins peu vraisemblables.

D'ailleurs, je dois ajouter que la lecture massorétique *Qaïn*, sur laquelle toute la thèse de M. Motais repose, est elle-même d'une autorité douteuse. En effet, les Septante, plus anciens de plusieurs siècles que les critiques Massorètes, ont lu *Qên* (1), là où ces derniers lisent *Qaïn;* de plus, ils appellent Κεναῖοι les *Qênîm* de l'hébreu, ce qui présuppose encore un *Qên*, et non *Qaïn*, pour le nom du pays. Or, on a reconnu de nos jours, surtout par l'étude des vieilles inscriptions égyptiennes et assyro-babyloniennes, que la transcription et plus spécialement la vocalisation des noms propres, en particulier de ceux qui ne sont pas hébreux, est souvent beaucoup plus exacte chez les Septante que chez les Massorètes. Il n'est même pas rare de trouver dans la version alexandrine de l'Ancien Testament des noms fort intéressants pour l'archéologie, et qui étaient devenus méconnaissables dans l'hébreu massoré-

(1) Cela ressort de ce que les Septante ont *traduit* le mot par νοσσία, « nid », dont le correspondant hébreu est *qên*. Le traducteur syriaque et S. Jérôme ont lu *Qin* (= *Cin* de la Vulgate).

tique (1). En résumé, probablement, le nom original du peuple dont il s'agit est *Qên* ou *Qîn;* par conséquent il n'a rien à faire, même matériellement, avec le nom du premier fratricide.

Une autre supposition indispensable à la thèse de MM. Motais et Robert, c'est que, dans l'expression *benê-schêth*, le second mot est le nom de *Seth*, fils d'Adam. Le grand ou plutôt le seul argument de cette opinion, c'est que le prophète, par l'usage qu'il fait de ces deux noms caractéristiques, semble avoir voulu marquer une opposition entre eux. « Si nous croyons voir, dit M. Robert, dans le *scheth* de Balaam, le nom du fils d'Adam, c'est qu'en face se trouve un nom, *Caïn*, qui fut celui d'un autre fils du premier homme. Il y aurait donc là opposition des races de deux frères (p. 459). »

La lecture massorétique *Qaïn* étant remplacée par la leçon au moins aussi probable, *Qên*, des Septante, l'opposition des noms n'existe plus, même en apparence. Et ainsi tout l'argument croule (2).

Il me paraît inutile de discuter à nouveau la traduction que M. Motais a donnée de l'oracle relatif à Moab, traduction que M. Robert répète, sans souci des protestations du lexique hébraïque contre le sens prêté au mot *pa'tê* (« les deux frontières »), et quoiqu'il semble assez étrange, dans une prophétie dirigée contre le pays de Moab, de ne donner que ses « frontières » pour but à la main du justicier à venir.

(1) Pour prendre quelques exemples au hasard dans le Pentateuque, on peut comparer : hébr. *Chedorla'omer*, gr. Χοδολλόγομορ, assyro-bab. *Kudur-lagamar ;* héb. *Amraphel*, gr. 'Αμαρφαλ, ass.-bab. *Amar-pal.* Au IIe liv. de *Samuel*, ch. XXIV, v. 6, l'hébreu offrait une énigme indéchiffrable dans les mots *tahtim hodsi.* Le grec de la Polyglotte du cardinal Ximénès a Χεττεὶμ Χαδές, *Hethaeorum Cades*, et cette lecture a reçu une confirmation frappante des découvertes récentes au sujet du peuple des *Héthéens* (héb. *Hittim ;* gr. Χετταῖοι, Χεττίμ ; égypt. *Kheta ;* assyr. *Khatt),* dont une des capitales était *Kadesh*, sur l'Oronte.

(2) Il n'est pas inutile de faire remarquer, en outre, qu'il y a un assez grand intervalle (pas moins de quatre versets ou *huit vers)* entre ces deux noms, ce qui rend l'apparence d'*opposition* encore moins sensible.

M. Robert a essayé de répondre au passage de Jérémie (XLVIII, 45), qui forme, comme il s'exprime, « une objection très spécieuse » contre son interprétation (p. 457). Il soutient que ce texte, « pour la forme matérielle, rappelle celui de Balaam, mais, pour le sens, en diffère complètement. » Il me semble que c'est justement le contraire qui est la vérité. Le sens, pour le fond, est exactement identique; car il s'agit, dans les deux textes, du *châtiment de Moab*. La forme matérielle diffère un peu, parce que Jérémie a changé l'*image* sous laquelle est présenté ce châtiment futur : chez Balaam, c'est un conquérant qui frappe; chez le prophète de Juda, c'est un feu qui consume. Mais, ce qui est le point important, la qualification caractéristique des Moabites comme « fils de tumulte » se trouve dans les deux oracles, bien que Jérémie ait substitué au terme archaïque *schêth* son synonyme *schâ'ôn* (1). Le parallélisme entre les deux passages subsiste donc, du moins dans la mesure nécessaire pour justifier l'argument que j'en ai tiré.

Encore ici, d'ailleurs, je puis ajouter qu'au cas où *schêth* représenterait un nom propre dans la prophétie de Balaam, la preuve que c'est le nom du frère de Caïn resterait tout entière à faire.

Quant aux autres peuples « anciens » qui auraient précédé les Hébreux et même les Chananéens en Palestine, je n'empêcherai point M. Robert de les faire aussi vieux qu'il lui plaira, sauf à maintenir leur origine *noachique*. La supposition qu'ils pourraient être fils de Caïn et « antédiluviens » n'a pas encore pour elle l'ombre d'une preuve positive. Du moins, pour la rendre probable, faudrait-il autre chose que les conjectures de Fr. Lenormant et de M. Motais, même renforcées des spéculations d'une demi-douzaine d'exégètes rationalistes (p. 464 note) et des descriptions tant soit peu fantaisistes de M. de Gobineau.

(1) Les exégètes observent la fréquence des *réminiscences* de prophéties antérieures chez Jérémie ; il est rare, pourtant, qu'il les reproduise identiquement, quant à la forme.

Le moindre bout de texte biblique ferait bien mieux notre affaire.

En dernier ressort, M. Robert se rabat lui aussi sur le tableau ethnographique du chapitre x de la Genèse. Je crois avoir montré que le silence de l'auteur inspiré de ce tableau, au sujet des peuples dont il s'agit, ne prouve absolument rien contre leur origine noachique. On pourrait, ai-je dit, soutenir que Moïse a laissé ces peuples en dehors de ses tables généalogiques, *tout simplement parce qu'il ne savait pas auquel des fils de Noé rapporter leur origine;* et cette solution ne souffrirait aucune réplique sérieuse. Voici tout ce que M. Robert répond : « Y aurait-il une « réplique sérieuse » à faire à celui qui soutiendrait la possibilité pour Dieu d'accomplir ce que le docte jésuite appelle des « miracles inutiles » ? Comme si on peut conclure du possible à l'acte (p. 465)! » Je proteste sincèrement de mon impuissance à saisir le moindre rapport entre cette réponse et la question proposée.

Mon savant contradicteur ne « s'arrête pas à examiner les conjectures » que j'ai mises en avant pour expliquer les lacunes du tableau des peuples issus de Noé. Je ne m'en plains nullement ; car, bien que ces conjectures aient été déclarées « plausibles » par un juge assez difficile (1), je n'oublie pas que je les ai données par-dessus le marché ; on peut les prendre ou les laisser, et la valeur de ma réponse générale n'en est pas affectée. Le silence de Moïse sur certains peuples ne prouve rien contre leur origine noachique, non seulement parce que Moïse, peut-être, ne savait rien de leur généalogie, mais encore parce qu'on ne saurait démontrer qu'il ait dû nécessairement dire ce qu'il en savait.

Pour ce qui concerne la question que M. Robert fait en terminant : « Pourquoi cette indication si précise de l'état et des manières de vivre des Caïnites *(Gen.* IV), si toute

(1) Le R. P. Corluy, dont M. Robert, avec raison, prise haut la compétence *(Science cath.*, 15 déc. 1886, p. 66).

cette race a succombé dans le déluge (p. 466)? » il me permettra de le renvoyer au premier commentaire venu. La question est, d'ailleurs, assez singulière. Généralement, on est tenté plutôt d'en vouloir un peu à l'auteur inspiré de la Genèse d'avoir si peu dit, en somme, sur l'humanité primitive.

II

L'UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE DANS LA TRADITION.

Avant d'examiner la réponse que fait M. Robert aux arguments que j'ai tirés de la tradition contre la non-universalité du déluge, je dois répéter au sujet de sa manière de s'exprimer une observation que j'avais déjà adressée à MM. Motais et J. d'Estienne. M. Robert écrit que je « réclame » l'universalité du déluge quant aux hommes « au nom du dogme » (p. 163); et il veut prouver, lui, qu'elle « ne fait point partie de l'enseignement *dogmatique* » des Pères (p. 409). Ces termes posent mal la question et peuvent conduire les lecteurs à prendre le change sur la valeur des preuves apportées de part et d'autre.

Je n'ai jamais dit, et aucun défenseur de l'universalité du déluge n'a dit que cette universalité est un *dogme* ou *fait partie du dogme,* dans le sens strictement théologique. Je soutiens seulement que c'est un *fait révélé dans l'Écriture* et reconnu comme tel par l'Église. J'ajoute que ce n'est pas un fait révélé de l'ordre simplement *historique,* tel que, par exemple, le nombre des personnes sauvées dans l'arche; c'est un fait qui est connexe avec le dogme, à cause de son caractère *typique.* En conséquence je n'avais pas à prouver précisément, comme le suppose M. Robert, que les Pères affirment l'universalité du déluge, parlant en leur qualité de *témoins de la foi catholique* (p. 178). Les Pères ne sont pas seulement *témoins,* mais encore *docteurs* et *interprètes,* toujours infaillibles dans leur *unanimité.* Comme

témoins ils constatent et attestent; comme *docteurs*, expliquant le dogme, et comme *interprètes*, déterminant le sens de l'Écriture, ils *forment* aussi la foi de l'Église. C'est surtout à titre d'*interprètes* qu'ils interviennent dans la controverse qui nous occupe.

Cela posé, le débat, en ce qui concerne le sentiment des Pères, ne comporte que deux questions :

1° L'étendue plus ou moins grande du déluge appartient-elle à la catégorie des choses auxquelles s'étend l'autorité souveraine du *consensus* des Pères, d'après le décret bien connu du concile de Trente ?

2° Les Pères, dans l'exercice de leur fonction publique d'interprètes de l'Écriture, affirment-ils avec unanimité que le texte sacré relatif au déluge *doit* être entendu dans le sens de l'*universalité absolue quant aux hommes?*

1. *Le déluge typique par son universalité.* — C'est surtout la première question qui avait occupé M. Motais, et il s'était longuement appliqué à prouver la négative. Dans ce que j'ai écrit sur la signification *typique* du déluge d'après la tradition, mon but principal a été de prouver l'affirmative opposée. J'ai tâché de le faire, cependant, de manière à résoudre en même temps les deux questions. Pour cela, j'ai essayé de montrer que l'unanimité morale des Pères, non seulement proclame le déluge un fait *typique*, c'est-à-dire ordonné par Dieu pour figurer à l'avance un grand fait ayant rapport à l'Église, mais encore déclare avec autorité que *l'universelle destruction des hommes en dehors de l'arche* est un élément intégrant de ce type.

M. Robert admet que cet argument serait convaincant, si la dernière proposition était démontrée (1). Il cherche

(1) Il paraît, cependant, à la fin de son travail (p. 467, note 1), vouloir soutenir que, supposé même toutes les conditions qui précèdent remplies, l'universalité du déluge, comme fait *réel*, ne serait pas prouvée. Il invoque à ce sujet le type de Melchisédech (*Hebr.* VII, 3), en ajoutant : " Le R. P. Corluy a d'ailleurs posé cette objection (*Science catholique*, déc.) au R. P. Brucker, qui a essayé de se tirer d'affaire en niant la similitude des cas (*Science cath.*,

à faire voir qu'elle ne l'est pas, d'abord par une sorte d'argumentation *à priori*, ensuite par une discussion très rapide de mes citations des Pères.

J'avais dit dans mon premier travail que ce problème, savoir, si *l'universalité du déluge* était ou non un *élément nécessaire* du type dont il s'agit, ne pouvait se résoudre *à priori*. Je m'étonne que M. Robert mette en doute ce principe fondamental, alors qu'il admet avec moi que « le vrai type scriptural est au premier rang des choses qui doivent s'interpréter d'après le sentiment de l'Église et l'unanimité morale des Pères (p. 164) ». L'existence du *type*, en tant que tel, de même que l'existence de toute autre prophétie divine, ne dépend que de la libre volonté de Dieu. C'est donc exclusivement par la *révélation* que nous pouvons savoir si un fait donné, tel que le déluge, est un *type* et *sous quels rapports* il est *type*. Et comme nous ne connaissons la révélation que par l'Écriture et par la tradition de l'Église, c'est donc uniquement à ces deux sources qu'il faut demander la solution du problème proposé.

M. Robert, dans la première partie de sa réponse, rappelle plusieurs types scripturaires, où l'Église, hors de laquelle il n'y a point de salut, est représentée par *un peuple* (Israël), *une seule maison* (celle de Rahab), etc. Plus loin, il cite encore des extraits inédits où M. Motais développe avec science les mêmes faits. Mais qu'est-ce que tout cela prouve ? Une seule chose, qui n'est pas contestée, à savoir que Dieu *pouvait* donner pour *type* à l'Église, en dehors de laquelle personne n'est sauvé, même une arche qui n'aurait pas renfermé *tous les restes du genre humain*. Cela n'avance en rien la question débattue entre nous. Car M. Robert ne saurait nier que Dieu n'ait

fév. 1887). „ Il faut que je me sois " tiré d'affaire „ suffisamment, puisque le P. Corluy, si consciencieux, a déclaré, dans la livraison suivante de la *Science catholique*, p. 251), que j'avais fait à son objection " une bonne réponse qui laisse à peine subsister quelques nuages. „

pu aussi bien vouloir préparer dans le déluge un type plus frappant, qui représentât l'impossibilité du salut hors de l'Église par l'universalité de la destruction en dehors de l'arche. Laquelle de ces deux voies, également ouvertes à sa sagesse et à sa toute-puissance, Dieu a-t-il préférée de fait ? Lui seul a pu nous l'apprendre, et c'est aux dépositaires et aux interprètes autorisés de sa révélation qu'il faut le demander (1).

Finalement, néanmoins, M. Robert se décide à examiner ce que disent l'Écriture et les Pères au sujet du type du déluge. Sa première réplique à l'argument que j'ai tiré de la seconde épître de saint Pierre est inattendue pour moi, je l'avoue, et j'ai peine à la prendre au sérieux. M. Robert suppose que l'apôtre ne parle que pour les quelques groupes de *chrétiens* à qui sa lettre est adressée. Il affirmerait simplement que *ceux-ci* seront *sauvés par l'eau du baptême;* mais il n'exclurait pas pour cela du salut les millions d'hommes qui n'ont pas encore entendu prêcher l'Évangile et qui, par suite, « ne pourront pas être sauvés par *l'eau du baptême* ». De même, dans l'événement typique que saint Pierre rappelle en confirmation de sa doctrine, Noé et sa famille furent *seuls sauvés* « *à*

(1) Je n'ai jamais dit, comme M. Robert me le fait dire (p. 165), que " les représentants d'*une seule race ne sauraient* être la figure de toutes les nations que doit englober l'Église. „ J'ai dit (XX, p. 157), simplement, que ce ne serait pas une figure *sensible*. Et ce que M. Robert ajoute, en en appelant au type de Rahab, confirmerait au besoin cette assertion. La *maison de Rahab*, chez les Pères, n'est pas le type de l'Église considérée dans son *universalité* ou sa *catholicité*, mais de l'Église *une et unique*. M. Motais pousse jusqu'au faux le grand rôle *typique* des patriarches et du peuple d'Israël, quand il écrit (ap. Rob., p. 174) qu' " il n'y a *pas d'autre* monde figuratif que le monde *patriarcal et israélite*. „ Cette assertion absolue est déjà démentie par le type d'*Adam* qui, d'après S. Paul (*Rom.* v), figurait, en tant que père de *tous les hommes*, le Christ régénérateur du genre humain, et, par contraste, en tant que sa désobéissance avait donné la mort *à tous*, le même Christ nous rachetant *tous* par son obéissance jusqu'à la mort. La prédication de Jonas à Ninive après sa *résurrection* et la pénitence des Ninivites, qui *figuraient* la prédication de l'Évangile chez les *païens*, après la résurrection du Sauveur, avec leur conversion, n'appartiennent pas non plus au *monde israélite*. On pourrait citer encore d'autres exemples.

travers l'eau », comme s'exprime l'apôtre ; mais beaucoup d'autres ont pu continuer à vivre dans les parties de la terre que le déluge n'a point atteintes (p. 163).

M. Robert prévoit lui-même que « cette réponse ne contentera pas tout le monde ». Je crois, pour ma part, qu'aucun exégète ni aucun théologien sérieux n'approuvera les restrictions qu'elle met à l'application des paroles de saint Pierre, là où l'apôtre donne un enseignement dogmatique, essentiellement universel de sa nature. Il est de foi, d'ailleurs, que personne ne peut être sauvé autrement que par le baptême, appliqué *in re* ou *in voto*, comme l'expliquent les catéchismes. Ainsi, il est au moins naturel de conclure que, comme le baptême est le moyen *indispensable* de la justification pour *tous les hommes*, le *sauvetage* de Noé, qui en est le *type* d'après saint Pierre, a dû être également l'*unique* moyen de salut laissé à l'*humanité* au moment du déluge. Et cette conclusion naturelle est rendue *nécessaire* par l'accord unanime des Pères à expliquer le type de l'arche dans ce sens.

Ce que je viens d'écrire répond aussi, je crois, aux considérations que M. Motais développe dans la lettre publiée par M. Robert (p. 170). Le regretté exégète montre une fois de plus sa remarquable ingéniosité, dans ses efforts pour adapter le texte de saint Pierre à son hypothèse ; mais je ne puis m'empêcher de penser que c'est en pure perte. Tous ces efforts tendent à établir que « saint Pierre dit *tout simplement* : De même qu'il n'y eut de sauvés *par l'eau* dans le déluge, que les huit personnes qui entrèrent dans l'arche, de même il n'y aura maintenant de sauvés *par l'eau baptismale* que ceux qui entreront par elle dans l'Église. » Cela paraît bien « simple », en effet ; tellement qu'en réduisant ainsi la pensée du chef des apôtres, je craindrais fort de n'avoir laissé à son compte qu'une puérilité.

J'observe, du reste, que M. Motais touche à peine au type de *l'arche*, en tant qu'elle représente *l'Église univer-*

selle, moyen de salut *indispensable pour tous les hommes*. Cependant, c'est ce côté du type indiqué par saint Pierre, que la tradition a le plus vivement saisi et qu'elle a surtout développé dans son *enseignement constant et unanime*.

Mais M. Motais et M. Robert sembleraient s'embarrasser bien peu du *consensus* traditionnel. Le premier déclare : « L'existence, la rigueur et la vérité du type et de l'antitype existe aussi bien dans le cas d'un déluge patriarcal et restreint, que dans le cas d'un déluge universel. *Ce ne peut donc être sur l'universalité du déluge que reposent et l'enseignement de saint Pierre et le consensus des Pères* (p. 175). » Ainsi M. Motais, sans même avoir examiné les témoignages des Pères (il en avertit, p. 169), écarte *à priori* tous ceux qui pourraient contredire son hypothèse. M. Robert va peut-être plus loin encore. Après les citations de M. Motais qu'on vient de lire, il écrit : « *Qu'opposerait-on à une solution si claire? Des textes de Pères?* Mais nous venons de voir que les Pères n'ont pas autorité pour faire dire à saint Pierre ce qu'il ne dit pas (pp. 175-176). » C'est-à-dire que les Pères, gardiens et interprètes autorisés du vrai sens de l'Écriture, ne sont pas recevables à vouloir lire l'universalité du déluge dans le texte de l'apôtre, alors que M. l'abbé Motais et M. l'abbé Robert ont établi *à priori* qu'elle n'a rien à y faire. La prétention du savant écrivain non-universaliste me paraît un peu forte.

De plus, les lignes que je viens de reproduire laissent entrevoir une fâcheuse confusion d'idées. M. Robert parle comme si la doctrine des Pères sur la signification typique du déluge ne pouvait avoir d'autre fondement que le texte de saint Pierre : que fait-il donc de la tradition apostolique *orale?*

M. Robert consent pourtant, mais comme par grâce, à discuter en quelques lignes mes citations de Pères de tous les siècles de l'Église. Je n'ai pas besoin de dire quelle peut être la valeur de cet examen, étant donnés

les principes que le docte juge vient de formuler et son parti pris de n'admettre le témoignage des Pères qu'entre les limites qu'il a tracées *à priori*. Je me contenterai donc de quelques rectifications.

M. Robert élimine la première citation, sous prétexte que l'auteur, saint Justin, « interprète un texte d'Isaïe qui n'a jamais existé » ; ensuite, parce que j'ai traduit par « humanité » le mot γένος, « qui signifie tout simplement *race* ». J'en demande pardon à M. Robert, mais la vérité est que le texte d'Isaïe, auquel saint Justin *fait allusion*, existe parfaitement ; que les Septante, suivis habituellement par les Pères grecs, le donnent autrement que l'hébreu des Massorètes, quant à la forme, mais non quant au sens général ; enfin que saint Justin reproduit ce sens. Pour ce qui est du mot γένος, tout le monde sait qu'il peut, suivant le contexte, désigner ou une « race » ou tout le « *genre* humain ». M. Robert veut-il soutenir que le « γένος *régénéré par Jésus-Christ* », dont parle le saint Docteur, n'est qu'une « race » et non l'*humanité?*

Un autre Père, saint Fulgence, est écarté, parce qu'il aurait « lu » à tort « *dans l'épître de saint Pierre,* qu'aux jours du déluge, *personne* n'a pu être sauvé hors de l'arche». Saint Fulgence n'*invoque pas l'épître de saint Pierre* dans le passage que j'ai cité ; c'est à la *Genèse* qu'il en appelle. D'ailleurs, on remarquera comment M. Robert, voulant prouver que les Pères ne sont pas contraires à son interprétation du texte de saint Pierre, commence tout bonnement par récuser ceux qui l'entendent autrement que lui. C'est très commode.

Pour les autres Pères dont M. Robert accepte les témoignages, en déclarant qu'ils « n'avancent rien d'inexplicable dans l'hypothèse d'un déluge restreint au monde patriarcal (p. 177) », il suffira de rappeler le passage de saint Cyprien : *Si potuit evadere quisquam qui extra arcam Noe fuit, et qui extra Ecclesiam foris fuerit evadit.* Heureusement pour le grand défenseur de l'unité de l'Église,

personne parmi les schismatiques novatiens n'admettait l'hypothèse de MM. Motais et Robert ; autrement, ils n'auraient pas eu de peine à énerver l'argument qu'il leur opposait avec tant de confiance.

Nos lecteurs peuvent apprécier le mérite des « explications » que M. Robert octroie de son chef aux paroles des Pères, pour leur faire dire ce qu'il pense, non ce que pensaient les Pères. Je conserve la persuasion, dans laquelle m'ont confirmé des juges compétents (1), qu'il ressort des textes que j'ai rapportés *une unanimité morale des Pères sur le fait de l'universalité du déluge et sa signification typique.*

La loyauté scrupuleuse que je m'efforce de garder dans cette discussion m'oblige à dire qu'un savant exégète, qui admet « qu'il existe un *consensus* moralement unanime des Pères, interprétant le fait de l'universalité du déluge comme un type de la perte éternelle de tous ceux qui sont hors de l'Église », ne trouve pas néanmoins, dans ce *consensus*, le caractère décisif d'un *enseignement de l'Église* proprement dit. Il ne voit pas, dit-il, dans les textes cités, « que les Pères parlent comme *témoins* de la tradition, c'est-à-dire qu'ils déclarent formellement ou équivalemment leur intention de parler, non pas en leur propre nom, mais au nom de l'Église de laquelle ils ont appris ce qu'ils enseignent (2). »

Je suis d'avis (et en cela je crois avoir *pour moi* « les meilleurs théologiens ») que, dès que l'unanimité morale des Pères est constatée, sur un point qu'ils traitent comme connexe avec la foi, et supposé d'ailleurs qu'ils le proposent comme un point *certain*, on ne doit pas chercher davantage : il y a là un *enseignement traditionnel de l'Église*, infaillible et obligatoire de sa nature. La

(1) Qu'il me soit permis de nommer la *Civiltà cattolica*, la *Revue des sciences ecclésiastiques*, la *Controverse et le Contemporain*, qui ont loué spécialement cette partie de mon travail et en ont approuvé toutes les conclusions.

(2) *Science catholique*, 15 mars, pp. 251-252.

raison en est que les Pères, comme je l'ai observé plus haut, ne sont pas seulement *témoins*, mais encore *docteurs* et *interprètes* autorisés de la tradition ; de sorte qu'ils ne *présupposent* pas toujours l'enseignement formel de l'Église, mais ils le *produisent* eux-mêmes par leur *consensus*.

Pour employer les expressions du cardinal Franzelin, « lorsque les Pères, en leur qualité de *docteurs*, *unanimement, constamment et affirmativement (unanimes, constanter et asseveranter)*, expliquent un sens du dogme qui était obscur, développent ce qui était à l'état implicite, définissent plus rigoureusement ce qui paraissait ambigu ; ce sens de la révélation proposé et expliqué par eux ne doit pas moins être regardé comme vrai et légitime, que lorsqu'ils transmettaient, en qualité de *gardiens* (témoins), aux âges suivants ce qu'ils avaient reçu déjà clair et élucidé de leurs prédécesseurs. Si donc on dit que les Pères, en tant que *docteurs*, « proposent la manière dont ils conçoivent *subjectivement* la doctrine de l'Église », et si, par suite, on nie qu'en cela leur autorité soit irrécusable, *cela ne peut s'entendre d'une manière de concevoir unanime et constante ;* car ce *concept unanime* de la doctrine n'est pas autre chose que *l'intelligence catholique (intellectus catholicus)* formée et achevée sous l'assistance et la direction infaillible du Saint-Esprit (1). »

2. *Autre argument traditionnel.* — Je m'étais appliqué à faire ressortir la place considérable qu'occupe l'universalité du déluge dans la typologie traditionnelle, parce que les rapports étroits de ce fait avec le dogme me paraissaient en recevoir une lumière frappante et peut-être nouvelle pour beaucoup de lecteurs. Je tiens à ajouter aujourd'hui, sans rien retirer de ce que j'ai écrit sur ce sujet, que cette preuve n'est pas indispensable pour détruire le reproche, fait un peu légèrement aux défen-

(1) *De Traditione et Script. S.*, 3e édit. (1882), p. 175.

seurs de la thèse traditionnelle, « d'embarrasser le dogme dans des opinions parasitaires. » Le respect pour les plus grands et les plus saints personnages de l'antiquité chrétienne, le respect même de l'Église, interdit de pareilles qualifications à l'égard d'une doctrine qui a été tenue, professée et enseignée, *comme certainement contenue dans les saintes Écritures*, par tous les Pères, tous les auteurs ecclésiastiques et, l'on peut ajouter avec assurance, par tous les catéchistes et tous les prédicateurs catholiques, depuis les temps apostoliques jusqu'à nos jours (1). On ne nommera jamais un seul théologien d'autorité, qui ait osé affirmer qu'une doctrine jouissant d'un tel crédit dans l'Église, n'en est pas moins indifférente à la foi, et que l'Église tout entière a pu et peut s'y tromper.

Aussi bien, à qui persuadera-t-on que l'infaillibilité de l'Église reste sauve, après que tous ses docteurs auront proposé, et que tous ses enfants auront admis, pendant des siècles, *un fait faux pour une vérité certainement contenue dans l'Écriture ?* Que quelques partisans prévenus d'un système le croient, je n'en sais rien ; mais, pour sûr, jamais on ne réussira à rendre pareille chose plausible au commun des intelligences humaines, soit parmi les croyants, soit parmi les incrédules.

3. *Objections contre l'autorité du consensus des Pères.* — A cet argument, qui a déjà été développé par d'autres et

(1) Pour prouver que « c'est à tort qu'on donne à cette hypothèse (de M. Motais) l'épithète de *nouvelle* », M. Robert (p. 467, note 2) nomme quatorze auteurs qui l'auraient soutenue (ou considérée comme soutenable). Mais, dans ce nombre, il a fait entrer quatre *protestants* (La Peyrère, A. Mill, Whiston, F. Klee), qui, assurément, ne sont pas des patrons à invoquer dans une question de ce genre. Parmi les autres, il n'y a que cinq *théologiens*. Sur ces cinq, un au moins, Oleaster, est invoqué tout à fait à tort; car ce dominicain, « inquisiteur » et surtout commentateur non sans mérite, dont l'ouvrage sur le Pentateuque est sous mes yeux, affirme à plusieurs reprises l'*universalité absolue* du déluge, comme ressortant évidemment du texte inspiré de la Genèse. J'aurais peut-être aussi mes réserves à faire sur l'autorité théologique de plus d'un des quatre qui restent. En tout cas, il n'en est qu'un dont le témoignage remonte à plus de *dix ans ;* et ainsi je crois que la qualification d' « hypothèse *nouvelle* » demeure bien justifiée.

que, pour cela, je m'étais contenté d'indiquer, il y a quelques objections, auxquelles je pense avoir abondamment répondu, quoique en peu de mots. Pourtant, M. Robert croit devoir les reprendre.

Il répète d'abord la vieille objection relative au mouvement du soleil autour de la terre, que les Pères, dit-il, ont soutenu en « s'appuyant sur un texte proclamant positivement la rotation du soleil autour de la terre (p. 414) ».

J'ai nié qu'il y ait jamais eu, sur ce point, un *consensus* analogue à celui qu'on remarque pour l'universalité du déluge. M. Robert infère de la brièveté de ma réponse que je redoute beaucoup de « m'arrêter sur ce terrain (p. 410) ».

La réponse était suffisante, cependant; il m'est bien permis de le conclure de ce que mon savant contradicteur ne conteste aucun des faits sur lesquels je me fondais. Il se contente de m'opposer une lettre du cardinal Bellarmin, que « le manque d'espace » ne l'empêche pas de transcrire tout au long. M. Robert accepte-t-il de s'en tenir à l'autorité de Bellarmin? Non; alors, pourquoi veut-il qu'elle me lie? Laissant donc là Bellarmin, je nie formellement ce que M. Robert affirme comme ne souffrant pas « le moindre doute », à savoir, que les adversaires de Copernic et de Galilée « se trompaient *avec les Pères* ». Comme il n'indique pas un seul texte, je pourrais faire de même. Mais, de peur qu'il n'aille encore me soupçonner de fuir la lumière sur cette question, je le défie de produire un seul Père qui, soit en commentant le texte de Josué, soit en le citant dans un ouvrage dogmatique quelconque, ait affirmé que ce texte rendait certain le mouvement *réel* du soleil autour de la terre. Pour lui faciliter ses recherches, j'indique les quelques docteurs anciens qui se sont directement occupés de l'interprétation de Josué et je prie M. Robert de nous dire, après les avoir lus, s'ils font autre chose que constater le miracle, dans les termes mêmes qu'emploie la Bible et qu'aucun historien

d'aujourd'hui n'hésiterait à employer, s'il avait à rapporter un phénomène semblable (1). J'ajouterai les Pères qui ont commenté les psaumes XCII, XCV, CIII, où se trouvent les fortes expressions, dont on a si souvent abusé, *correxit orbem terræ qui non commovebitur; qui fundasti terram super stabilitatem suam, non inclinabitur in sæculum sæculi.* Je prétends que ni Origène, ni Eusèbe de Césarée, ni saint Anathase, ni saint Augustin, ni Théodoret, ni Euthymius, ne donnent à entendre, même par un seul mot, qu'ils voient dans ces textes l'affirmation inspirée de l'immobilité absolue de la terre, et je demande encore à M. Robert de me démentir, s'il trouve le contraire.

Certes, personne ne niera que les Pères ne soient bien autrement affirmatifs sur le fait de l'universalité du déluge. Ce ne sont pas ici *trois* Pères, comme le suppose charitablement mon savant contradicteur, mais presque tous les Pères qui proclament hautement ce fait comme un fait révélé; et ils le proclament dans l'acte de l'enseignement public, à plusieurs reprises, quelques-uns jusqu'à dix et vingt fois; et tout cela sans qu'il se soit jamais élevé, dans

(1) Origène, *Homil. XI in Josue*, n° 1; Théodoret, *in Josue* interrogat. XIV; Procop. Gaz., *Commentar. in Jos.* X, 13; v. Bède (ou l'auteur des *Questions* mises sous son nom), *in Jos.* quæst. XII. — M. Robert (p. 410, note 1) croit devoir répéter, à mon encontre, qu' " au XVe siècle, comme le dit M. Motais, on admettait encore la non-sphéricité de la terre ", et il conclut d'un prétendu texte de Tostat, qu'il mentionne d'après M. l'abbé Vigouroux, lequel l'a pris de Montfaucon, que cette croyance devait être " alors assez commune ". Puisque les témoignages contraires que j'ai indiqués ne lui suffisent pas, je suis obligé de dire que l'exactitude habituelle de M. Vigouroux a été trompée par Montfaucon et que l'érudition du célèbre bénédictin est ici en défaut. Tostat n'a jamais émis l'assertion qu'ils lui attribuent; d'ailleurs, son commentaire sur le 1er chapitre de la Genèse suppose la sphéricité de la terre. L'erreur de Montfaucon vient sans doute de ce qu'il a lu avec distraction un passage où l'évêque d'Avila réfute certains auteurs, qui avaient soutenu que la terre, *avant le déluge*, était une *sphère parfaite, sans montagnes ni concavités* (Tost., Opp. t. I, *Comment. in Gen.*, c. I, quæst. XX). La croyance à la sphéricité de la terre, qui est déjà partagée par la plupart des Pères (quoi qu'en dise encore Montfaucon, dans la préface de son édition de Cosmas Indicopleustes), est courante dans les écoles du moyen âge, au moins dès les commencements du douzième siècle. Du reste, pouvait-il en être autrement, puisque Aristote avait déjà *démontré* que la terre était sphérique?

ce concert des maîtres de l'Église, une seule voix en sens contraire.

Je dois maintenant signaler un *artifice oratoire* de M. Robert. L'auteur du *Déluge biblique*, pour atténuer la force du témoignage de la tradition contre son hypothèse, avait affirmé que nombre de Pères, et des plus graves, étaient muets sur la question « humaine ». J'ai apporté des textes qui démontraient amplement combien cette assertion était peu justifiée; et, naturellement, j'ai exprimé ma surprise de ce que tous ces textes avaient *échappé* à M. Motais, alors qu'il lui aurait suffi, souvent, de prolonger ses citations ou ses lectures de quelques lignes, pour les rencontrer. M. Robert glisse discrètement sur ces rectifications, et feint de se plaindre des exigences contradictoires de « certains adversaires » qui, dit-il, « rendent bien épineuse la défense du *Déluge biblique* (p. 414). » Ces adversaires impitoyables, mais qui sans doute ne voient pas la nécessité de défendre le *Déluge biblique*, reprochent à M. Motais, les uns, d'avoir produit les textes des Pères qui font rire d'eux; les autres (c'est à moi que ceci s'adresse), d'avoir laissé trop de « lacunes » dans ses citations des Pères.

L'artifice n'est-il pas un peu naïf? J'ai été choqué, comme tout le monde, de voir M. Motais multiplier les citations inutiles à son sujet, en exposant au ridicule les plus grands des Pères et de respectables exégètes. Mais je n'en avais que plus de raison de m'étonner qu'il fût si avare des textes qui contredisaient ses assertions hardies. On dirait presque que M. Robert vise à faire prendre le change à ses lecteurs; je suis persuadé qu'il n'en est rien, et qu'il est loin de vouloir recourir à des habiletés d'avocat d'une mauvaise cause. Qu'il me permette, cependant, de l'avertir qu'il y a mieux à faire que de défendre le *Déluge biblique* à tout prix; c'est de reconnaître (comme aurait fait, j'en ai la confiance, le digne auteur lui-même, s'il avait vécu) que ce livre renferme, non seulement des « lacunes », mais des erreurs.

Une de ces erreurs, c'est assurément l'assertion, maintenue par M. Robert, que « les Pères ne se gênaient pas pour faire des brèches à leur croyance *(personnelle)* à l'universalité du déluge et se contredire (p. 415). » La survivance de Mathusalem pendant le déluge, que S. Augustin, *après* Eusèbe de Césarée, *n'ose pas condamner*, mais cela *uniquement parce que la plupart des manuscrits des Septante prolongeaient la vie de ce patriarche au delà du déluge* : telle est la seule « brèche » que MM. Motais et Robert aient pu découvrir. Ce n'est pas une brèche, ni une « contradiction », puisque, dans l'hypothèse, l'exception en faveur de Mathusalem est *expressément* marquée par l'Écriture, comme elle l'est pour Noé et sa famille. D'ailleurs, il y a de la différence, j'imagine, entre conserver un *seul homme* hors de l'arche, par quelque autre moyen extraordinaire, et supposer des peuples entiers hors de toute atteinte du déluge. Enfin, si M. Robert veut bien relire quelques lignes de mon travail, il verra que j'avais déjà donné ces textes de saint Augustin, auxquels j'ai, dit-il, « pris bien garde de toucher », et « où on lit qu'on peut se tromper tout à l'aise sur cette question (du salut de Mathusalem hors de l'arche), puisqu'elle ne touche pas le moins du monde à la foi (p. 415). » J'ai fait voir que ces textes, comme tant d'autres, ont été interprétés d'une manière évidemment inexacte dans le *Déluge biblique* (1).

Il en est de même du texte emprunté au livre *De situ et nominibus locorum hebraicorum* de saint Jérôme. Je ne comprends pas M. Robert, s'obstinant à soutenir que le saint Docteur a dû approuver tout ce qui est contenu dans sa *citation d'un auteur païen*, alors qu'il ne l'apporte que pour montrer le rapport entre la Bible et les traditions profanes, au sujet d'une *montagne* où quelques hommes échappés au déluge universel se seraient temporairement arrêtés.

(1) *Revue*, XX, p. 443, note 5.

Je n'ai plus à répondre à cette dernière objection, savoir, que « le *consentement unanime* des Pères porterait aussi bien sur l'*universalité géographique et zoologique* que sur l'universalité ethnographique (p. 416). » Je conteste absolument que le *consensus* soit le même pour ces différentes sortes d'universalité; mais, s'il l'était, je l'ai déjà déclaré, je n'aurais ni embarras, ni hésitation à les admettre toutes trois.

III

LA NON-UNIVERSALITÉ ET LA SCIENCE.

Si je ne me fais trop d'illusion, je crois avoir montré que M. Robert n'a point infirmé ce qu'il appelle mes « objections », ce que j'appellerai plus exactement les preuves très sérieuses de la thèse traditionnelle, que je n'ai point inventées et que j'ai seulement tâché d'exposer le moins mal possible. Tout catholique soucieux de l'honneur de nos *Pères* et de nos maîtres dans la foi, avec qui est identifiée l'Église enseignante depuis dix-huit siècles; tout lecteur croyant et respectueux de la Bible, m'accordera, du moins, que, pour soutenir l'hypothèse *non-universaliste* contre des textes bibliques si clairs et un témoignage traditionnel si puissant, il faudrait des raisons *scientifiques* bien fortes et presque inéluctables. La partie soi-disant « positive » de l'argumentation de MM. Motais et Robert devrait donc être très solide. Combien il s'en faut qu'elle le soit!

Le savant défenseur de M. Motais commence par « rappeler » lui-même que « les études concernant la linguistique et l'ethnologie, entre autres, n'ont pas encore produit un résultat tel qu'elles puissent servir à trancher définitivement ces questions pendantes (pp. 420-421). » Rien de plus vrai; mais, pourrait-on répliquer tout de suite, s'il en est ainsi, et puisque tout votre but, comme vous le répétez,

est de ne pas laisser l'interprétation du texte sacré exposée au risque d'un conflit avec les « *données scientifiques* », pourquoi êtes-vous si pressé d'accommoder cette interprétation à des résultats encore si peu établis? Vous n'osez nier que même l'interprétation rigoureuse, dans le sens de l'universalité absolue du déluge, ne soit conciliable avec la *science*, surtout en admettant (comme vous le faites vous-même) la liberté de l'exégète dans la question de *chronologie :* pourquoi donc ne pas vous « contenter de ce qui suffit », suivant le sage principe que vous professez ailleurs (p. 427 note)?

Il me reste peu de chose à dire sur cette dernière partie de la réponse de M. Robert. Bon nombre des pages dont elle se compose sont remplies par une polémique étrangère au sujet. Mon savant contradicteur cherche à montrer que je « ne suis pas en droit d'allonger la chronologie biblique », pour donner, si besoin est, aux langues et aux races le temps de se former, après le déluge universel. Mais, comme il déclare, en même temps, « admettre la liberté complète de l'exégète dans ces questions de chronologie (p. 427 note) », je ne vois pas l'utilité de cette discussion. Comme j'ai répondu ailleurs aux difficultés de M. Robert contre ma manière d'expliquer *les lacunes dans les généalogies de la Genèse* (1), et que cette hypothèse est indépendante de la question de la *liberté en matière de chronologie biblique*, je me borne à prendre acte de l'aveu qu'il fait de cette liberté, que j'ai défendue.

Cela posé, il n'y a plus de base à tout ce que M. Robert écrit en vue de prouver que « l'hypothèse de la non-univer-

(1) *La Controverse et le Contemporain*, septembre 1886, pp. 95 et suiv. — M. Robert prétend (p. 425 et ailleurs) que, d'après moi, les lacunes n'existeraient que dans la liste postdiluvienne, mais non dans la liste antédiluvienne. J'avais dejà protesté, cependant, contre cette interprétation de mon travail (art. cité, p. 98). Il est vrai que je ne vois pas de raison d'allonger la chronologie antédiluvienne, tandis que je crois en avoir plusieurs pour trouver trop courte la chronologie postdiluvienne vulgaire. M. Robert dit que c'est de l'arbitraire ; c'est que mes raisons n'ont pas pour lui la valeur qu'elles ont pour moi — et pour d'autres ; voilà tout.

salité du déluge est le seul moyen qui s'offre avec quelque garantie pour faire gagner *le temps nécessaire à la diversification des langues* (p. 429) » — ajoutez, « *et des races* ». La thèse traditionnelle peut offrir absolument les mêmes garanties sous le rapport du *temps* exigé, sans demander en échange des concessions peu conciliables avec l'orthodoxie. Et comme cette difficulté, de l'aveu de tous, formait la principale objection contre l'universalité du déluge, l'hypothèse *non-universaliste* perd du coup ce qu'elle avait de plus spécieux à faire valoir pour sa raison d'être.

En fin de compte, les arguments « positifs », que M. Motais avait cru trouver dans les faits ethnologiques, sont réduits à un seul chez M. Robert. Voici cet argument, qui est singulièrement imprégné d'idées empruntées à l'école darwiniste.

M. Robert soutient que le *temps* ne suffit pas pour expliquer la diversification des races, et que même « les influences des *milieux* sont complètement impuissantes à expliquer les caractères distinctifs des races humaines (p. 441). » La séparation si ancienne des types humains suppose donc une autre cause, qui n'a pu être qu'une énergie des agents modificateurs et, en même temps une plasticité de l'homme supérieures à celles que l'on constate dans les temps historiques. Ces conditions, M. Robert pense, avec le comte de Gobineau, diplomate, ethnologiste et poète, qu'elles n'ont pu se rencontrer qu'à l'époque *immédiatement* voisine de la création (pp. 442-443).

J'admets d'emblée que le temps seul n'explique rien. En ce qui concerne la suite de l'argument, je suis profondément surpris de la confiance que M. Robert accorde à des *transformistes* tels que MM. Hovelacque, Topinard, etc., dans des allégations que les anthropologistes les plus consciencieux, comme M. de Quatrefages, contredisent de toutes leurs forces et qu'ils ont tant de fois réfutées par toute sorte de raisons *scientifiques*.

A la vérité, M. Robert invoque aussi M. de Quatre-

fages, pour prouver que le type physique ne change jamais, sous l'influence du milieu, de façon que « le nègre pur devienne un vrai blanc, ou le blanc pur un vrai nègre (p. 439). » Et de là il veut sans doute conclure que de Noé et de ses fils, s'ils étaient blancs, il n'a jamais pu sortir un nègre, ni *vice versa*.

L'observation de M. de Quatrefages, sur la stabilité du type nègre en Amérique et du blanc en Afrique, est produite par le savant professeur du Muséum à titre d'*objection contre sa thèse*, et M. Robert n'aurait pas dû, ce semble, passer sous silence la réponse dont il la fait suivre. M. de Quatrefages montre que, loin d'en être ébranlée, sa doctrine sur l'influence puissante du *milieu* en est confirmée : « Ces deux types extrêmes (le Nègre et le Blanc) représentent, dit-il, le dernier produit de deux séries d'actions séculaires dont la diversité, la multiplicité sont indiquées par les stations géographiques elles-mêmes. L'Europe et l'Afrique tropicale leur ont donné, si l'on peut s'exprimer ainsi, *la dernière façon;* mais ils avaient été *ébauchés* bien avant d'atteindre leur habitat actuel. En les transposant, on ne soumet donc chacun d'eux qu'à une partie des influences qui ont façonné l'autre, et par conséquent il ne saurait y avoir jamais échange complet de caractères (1). »

M. Robert avait donc à montrer que le type de Noé et de ses fils devait être déjà arrêté et fixé, au point de ne pouvoir plus recevoir que des modifications superficielles, malgré les influences si nouvelles, si diverses et si actives, auxquelles la dispersion des hommes sur tout le globe allait le soumettre. M. Robert l'a-t-il montré? Non, à coup sûr. D'ailleurs, il ne saurait le faire, toute donnée précise lui manquant totalement.

Mais n'est-il pas étrange de voir l'hypothèse *non-universaliste*, pour se donner un appui dans la « science »,

(1) *L'espèce humaine*, 4e édit. (1878), p. 192.

courtiser le transformisme et chercher, suivant ses méthodes arbitraires, l'explication des faits anthropologiques dans des causes disparues, soustraites à toute vérification, et qu'on suppose entièrement différentes de celles qui ont agi dans les temps connus? Tout cela est bien étranger à la vraie *science*.

Je ne reviendrai plus sur ce que j'ai dit des prétendues races *antédiluviennes*, que les Noachides, dans leurs migrations, auraient trouvées déjà établies dans plusieurs régions du globe. M. Robert se contente (p. 444 s.) de répéter des assertions dont je crois avoir suffisamment montré le caractère conjectural. Elles ne sauraient fournir à sa thèse même un commencement de preuve *positive*.

Il en est de même des allégations concernant les *langues*. M. Robert répète que « c'est la race *blanche noachique* qui parle les langues à flexion », tandis que les races *jaune* et *noire* parlent toutes des idiomes « moins perfectionnés », c'est-à-dire du type *agglutinant* ou *monosyllabique*. Quelle preuve apporte-t-il pour exclure de la lignée de Noé tous les peuples compris sous les vagues dénominations de *Jaunes* et de *Noirs?* Pas une seule; du moins, pas une qui ne renferme une *pétition de principe* flagrante.

D'ailleurs, qu'oppose-t-il aux faits qui contredisent si nettement son système? Les anciens Égyptiens, qui étaient certainement issus de Noé, au témoignage de Moïse, n'ont jamais parlé une langue *flexionnelle*. M. Robert répond que « le champ des hypothèses est vaste, » et s'empresse d'y moissonner à pleines mains, en supposant que les Chamites immigrés en Égypte abandonnèrent leur langue propre pour celle des populations *antédiluviennes*, déjà établies dans la vallée du Nil d'après une autre hypothèse. Sans m'arrêter à chercher si les égyptologues n'auraient rien à dire contre cette conjecture, j'observe qu'on répond à tout en inventant une nouvelle hypothèse pour chaque fait contraire à la théorie. Mais, est-ce avec

cela qu'on fait une preuve « positive » et peut-on appeler cela des « données scientifiques » ?

Le dernier argument, aussi renouvelé du *Déluge biblique*, sans grand perfectionnement, se tire de l'*irréductibilité* des idiomes des races jaunes et noires « entre eux » et par rapport aux « langues des blancs », comparée avec la « facilité » plus grande d'*unification* des langues sémitiques et aryanes», c'est-à-dire *noachiques* (p. 448 s.).

Toujours des théories qui, si elles peuvent se réclamer de quelques faits et de quelques autorités respectables, ont contre elles nombre d'autres faits et d'autorités non moins sérieuses. Avant de pouvoir porter un jugement tant soit peu définitif sur l' « unification » et l' « irréductibilité » des langues, il faudrait au moins quelques indications sur leurs états antéhistoriques; car tous les linguistes déclarent qu'il est absolument insuffisant à cette fin de comparer, par exemple, l'hébreu et le sanscrit, le chinois et le turc, etc., dans leurs formes même les plus anciennes connues. Or, sur les périodes antéhistoriques des langues, il règne des ténèbres telles, qu'elles permettent les spéculations les plus contradictoires (1). Encore une fois, ce n'est pas avec cela qu'on fait de la « science ».

Ces observations me dispensent d'examiner plus en détail les développements de M. Robert, dont presque chaque ligne appellerait des réserves.

Pour conclure ce second examen de l'hypothèse *non-universaliste,* voici comment la question me paraît devoir se résumer en dernière analyse :

D'un côté est l'interprétation que j'ai exposée, étendant

(1) Les articles *sur l'état présent des études linguistiques,* que le R. P. de Cara vient de terminer dans la *Civiltà cattolica*, sont remplis d'informations instructives sur ce sujet. — Je n'ai pas voulu revenir sur la question de la *confusion de Babel,* qui eût été une digression inutile, puisque j'ai déclaré (XX, 454), que j'admettais la probabilité de l'interprétation d'après laquelle cet événement n'aurait eu rapport qu'à une fraction de l'humanité. Mais l'interprétation particulière de M. Motais, reprise par M. Robert, me paraît toujours invraisemblable.

le déluge à *tous les hommes* en dehors de l'arche : interprétation qui a pour elle le sens *naturel* de nombreux textes de l'Écriture et le témoignage absolument unanime de la tradition catholique; interprétation, d'ailleurs, parfaitement conciliable avec les résultats acquis de *la science* et qui, en particulier, résout de la manière la plus facile les difficultés *chronologiques*, c'est-à-dire celles qui seraient les plus embarrassantes, de l'aveu des *non-universalistes;*

De l'autre, l'interprétation qui soustrait au déluge des peuples entiers, peut-être la plus grande partie de l'humanité : interprétation qui se défend à grand' peine (et très inefficacement, à mon avis) d'être en contradiction avec l'Écriture et la tradition authentique de l'Église; interprétation, d'ailleurs, dont le grand mérite, au dire même de ses partisans, serait précisément de trancher ces difficultés que l'interprétation opposée dissipe, sans toucher aucun écueil, en usant simplement de la liberté légitime à l'égard de textes chronologiques incertains; interprétation, enfin, dont les appuis dans « la science » consistent surtout en des théories suspectes aux savants les plus sérieux et des conjectures qui, si elles ne sont pas contredites par les faits, doivent leur principale force à ce qu'il est impossible de les contrôler.

En résumé, avec l'interprétation *non-universaliste* les gains sont fort douteux et les pertes sont certaines.

Aux lecteurs sages de conclure.

Jos. Brucker, S. J.

LE HAINOSAURE

ET LES NOUVEAUX

VERTÉBRÉS FOSSILES DU MUSÉE DE BRUXELLES.

Fin (1).

IV

LE PACHYRHYNQUE.

I. *Historique.* Il y a quelques années (1881), l'un de nos maîtres vénérés, M. le professeur J. Gosselet, envoyait pour examen au musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles divers fragments d'un Chélonien provenant du landénien inférieur d'Erquelinnes. M. L. F. De Pauw, alors contrôleur des ateliers, s'occupa de leur restauration, et je pus bientôt après reporter à la Faculté des sciences de Lille les pièces osseuses aussi complètement reconstituées que le permettait leur état.

Depuis cette époque, le musée de Bruxelles acquit, à plusieurs reprises, des ossements extraits des sablières d'Erquelinnes, entre autres des restes d'au moins quatorze individus de la tortue signalée pour la première fois par M. Gosselet. Bon nombre de ces individus pourront être remontés après une préparation identique à celle du

(1) Voir la livraison précédente, pp. 504 et suiv.

Champsosaure ; deux figurent déjà dans les galeries du musée *(Salle d'Anvers)*.

II. *Gisement*. Il est le même que celui du Champsosaure.

III et IV. *Structure et position dans le règne animal*. Nous avons dit que le Pachyrhynque était un Chélonien. Voyons à présent dans quelle catégorie de ces Reptiles il vient se ranger.

Quoique cette classification ne soit pas très naturelle, on peut, pour la facilité, grouper les tortues de la manière suivante. En premier lieu, les *Chersites* ou tortues terrestres ; puis viendraient les tortues de marécages ou *Élodites;* à celles-là succéderaient les tortues fluviales ou *Potamites ;* puis, enfin, les tortues marines ou *Thalassites*. Reprenons chacune de ces familles pour en dire quelques mots.

Le groupe des *Chersites* n'est pas lui-même parfaitement limité, car on connaît des passages entre les tortues terrestres et celles des marais. Quoi qu'il en soit, le corps des premières est court, ovale, bombé, couvert d'une carapace (dorsale) et d'un plastron (ventral). Comme chez toutes les tortues, il y a quatre pattes et point de dents. Les pattes sont courtes, informes, à peu près d'égale longueur, à doigts peu distincts, presque égaux, immobiles, réunis par une peau épaisse et confondus en une sorte de masse tronquée, calleuse au pourtour, et en dehors de laquelle on distingue seulement des étuis de corne, sortes de sabots qui, pour la plupart, correspondent aux dernières phalanges qu'ils emboîtent, et prouvent à eux seuls que leurs propriétaires vivent uniquement sur la terre et jamais dans les eaux. Toutes les espèces de cette famille ont la partie moyenne, ou principale, du corps couverte d'une carapace très bombée, quelquefois plus haute que large, sous laquelle peuvent se retirer la tête, les pattes et la queue. A l'exception du genre *Cinixys*, toutes les Chersites ont le bouclier supérieur formé de

pièces osseuses tellement engrenées par leurs sutures, qu'elles ne sont susceptibles d'aucune sorte de mouvement, et qu'elles présentent, en général, la voûte la plus résistante, la plus solide. Chez *Cinixys,* au contraire, la portion postérieure de la carapace peut se mouvoir et s'appliquer contre le plastron ou s'en éloigner. Le plastron lui-même offre plusieurs particularités remarquables ; les pièces qui le composent forment un tout solide. Il y a plusieurs Chersites chez lesquelles le plastron est doué de mobilité, soit dans sa partie antérieure, soit dans sa région postérieure. Le plastron est rarement aussi long que la carapace.

Parmi tous les Chéloniens, c'est dans la famille des Chersites que les pièces composant la boîte osseuse offrent généralement le plus d'épaisseur et le plus de poids relatif, même après la dessiccation. Il est bon aussi de remarquer que toutes les parties de ce coffre osseux des tortues terrestres sont complètement solidifiées avant que l'animal soit parvenu à l'état adulte, ce qui n'a pas lieu chez certaines Élodites en particulier, et ce qui n'arrive jamais ni aux Potamites, ni aux Thalassites. La carapace des Chersites est recouverte de treize plaques cornées, non imbriquées. La tête est courte, épaisse, à quatre pans. Les ouvertures externes des narines sont situées à l'extrémité du museau, immédiatement au-dessus du bord médian de l'étui corné de la mâchoire supérieure. Toutes les Chersites ont les yeux placés de côté et à fleur de tête. La queue, qui est munie d'écailles tuberculeuses placées dans l'épaisseur de la peau, varie beaucoup pour la longueur et la forme. Les femelles sont, en général, plus grosses que les mâles, et ceux-ci ont le plus souvent la queue épaisse à la base et, relativement à l'autre sexe, un peu plus longue. Les œufs sont sphériques, presque régulièrement semblables à des billes ; la coque de ces œufs est assez solide, et elle n'est pas flexible comme chez les serpents.

Quant au genre de vie des Chersites, quoiqu'elles n'aillent jamais à l'eau, c'est souvent dans son voisinage qu'on les rencontre. Elles vivent dans les bois ou dans les lieux bien fournis d'herbes ; elles se creusent peu profondément dans le sol des sortes de terriers où, dans les climats tempérés, elles s'engourdissent durant la saison froide. C'est aussi dans un trou qu'elles déposent leurs œufs, dont elles ne prennent pas plus de soin que des petits qui en proviennent. Elles se nourrissent de mollusques terrestres et principalement de végétaux. Les espèces de la famille des Chersites sont répandues sur presque toutes les parties du globe.

Les *Élodites* sont des tortues qui habitent les lieux marécageux. La conformation de leurs pattes, dont les doigts sont distincts et mobiles, garnis d'ongles crochus, et dont les phalanges sont réunies à la base au moyen d'une peau flexible qui leur permet de s'écarter les unes des autres tout en conservant leur force et en présentant une plus grande surface, les rend capables de marcher sur la terre, de nager à la surface des eaux et dans leur profondeur, en même temps qu'elles peuvent s'accrocher et grimper sur les rivages des lacs et des autres eaux tranquilles, où la plupart font leur demeure habituelle.

Les Élodites différant beaucoup plus entre elles que les tortues des trois autres familles en général, on les a divisées en deux sous-familles : les *Cryptodères* et les *Pleurodères.*

Les Cryptodères ont le cou cylindrique et à peau lâche, engainante et mobile par son peu d'adhésion aux muscles ; il peut se retirer en entier sous le milieu de la carapace. Leur tête est à peu près conique et les yeux sont placés latéralement.

Les Pleurodères ont la tête déprimée, les yeux situés en dessus et dirigés obliquement vers le ciel. Leur cou est un peu aplati de haut en bas, à peau étroite, serrée et adhérente aux muscles ; il peut être ramené sur un des

côtés du corps. Enfin, le bassin est soudé au plastron, ce qui n'a pas lieu chez les Cryptodères.

Nous avons dit que toutes les pièces osseuses qui entrent dans la composition de la carapace et du plastron se soudaient d'assez bonne heure les unes aux autres chez les tortues terrestres : cette règle n'est pas aussi générale chez les Élodites ; car, plusieurs d'entre elles, longtemps après leur naissance, laissent encore apercevoir et sentir au doigt des espaces cartilagineux entre les côtes ou entre les pièces du plastron. La carapace des Élodites est, comme celle des Chersites, recouverte de plaques cornées ; au lieu d'être bombée, comme chez ces dernières, elle est plus ou moins déprimée. Les narines sont percées à l'extrémité du museau dans l'axe de la longueur de la face.

Pour le genre de vie, nous trouvons d'assez grandes différences entre les Élodites et les autres familles de Chéloniens. En effet, les tortues paludines sont loin d'offrir la lenteur des espèces terrestres. Dans l'eau, elles nagent même avec une certaine facilité, et sur les terres elles se transportent d'un lieu à un autre beaucoup plus promptement que les Chersites. Elles fréquentent les petites rivières dont le cours n'est pas trop rapide, les lacs, les étangs et les marais. Elles ne se nourrissent pas comme les tortues terrestres, et comme les marines, presque uniquement de substances végétales, mais bien, comme les fluviales, de matières animales donnant quelque signe de mouvement ou de vie. Elles font surtout la chasse aux mollusques fluviatiles, aux grenouilles et aux salamandres, et elles recherchent aussi les vers.

Il paraît que l'acte de fécondation se prolonge beaucoup, et que les sexes restent joints pendant plusieurs semaines chez les Élodites, mais à une seule époque de l'année. Les œufs sont généralement sphériques, à coque calcaire et de couleur blanche comme ceux des autres Chéloniens. Les femelles les déposent dans des cavités peu profondes, qu'elles creusent dans la terre, à peu près comme le font

les tortues terrestres; mais les Élodites préfèrent les rivages des eaux où elles habitent, afin que les petits, au moment où ils sortent de la coque, puissent plus facilement se soustraire à la destruction qui les menace; car beaucoup d'animaux divers cherchent à s'en nourrir à cette époque. Il ne paraît pas que les tortues de marais prennent plus de soin de leur progéniture, une fois éclose, que la plupart des autres Reptiles. Le nombre des œufs est fort considérable et varie suivant les espèces. On trouve des tortues paludines dans le monde entier.

Les *Potamites*, comme les Thalassites, sont forcées de vivre constamment dans l'eau, où elles nagent avec une facilité extrême, à l'aide de la surface très élargie et presque plate de leur carapace, et surtout au moyen de leurs pattes fort déprimées, dont les doigts se trouvent réunis jusqu'aux ongles par de larges membranes flexibles, ce qui a changé les mains et les pieds en véritables palettes impropres à la progression sur le sol, mais faisant l'office de véritables rames. D'un autre côté, les Potamites se rapprochent des tortues paludines, en ce qu'on peut très bien distinguer, dans l'épaisseur de leurs pattes, les phalanges de chacun de leurs cinq doigts; ces séries de petits os jouissent de légers mouvements d'extension, de flexion ou de latéralité.

Ainsi que les Tortues de mer, les Potamites, comme nous le disions il n'y a qu'un instant, séjournent continuellement dans l'eau, mais elles habitent spécialement les grands fleuves. Quoique les pattes soient également des nageoires dans les deux familles, elles ne se ressemblent guère ; dans les Thalassites, les membres antérieurs sont relativement aux postérieurs d'une longueur double, et leurs doigts sont confondus en une masse dont tous les os aplatis semblent se toucher comme les éléments d'une mosaïque, serrés entre eux, maintenus qu'ils sont par une peau coriace; tandis que, chez les Potamites, les os des pattes ne sont pas déformés ; les pièces sont suscep-

tibles d'un assez grand nombre de mouvements les unes sur les autres ; la peau qui les recouvre est lâche, molle et mobile, bien que ces pattes n'aient que trois ongles allongés, les deux autres doigts, quoique complets, restant cachés sous la peau.

Le cou des Potamites est généralement très allongé et protractile, la tête étroite par devant, pointue, avec les os presqu'à nu ; les mâchoires sont tranchantes et recouvertes d'une saillie de la peau qui forme un repli simulant des lèvres. Les narines sont fort différentes de celles des Thalassites ; chez les tortues de mer, elles sont simples et leur orifice se voit dans la troncature antérieure du bec, tandis que dans celles des fleuves le canal nasal est prolongé en un tuyau court, ayant l'aspect d'une sorte de petite trompe mobile et qui fait l'office de boutoir. Enfin, ainsi que nous le disions au début de ce paragraphe, la manière de vivre, comme l'organisation, le genre de nourriture et les habitudes qui en dépendent sont tout à fait différentes dans ces deux familles ; les tortues marines se nourrissent presque exclusivement de racines et autres productions végétales, tandis que les fluviales font leur pâture des poissons, des reptiles et des mollusques qu'elles poursuivent sans relâche.

Les différences sont moins tranchées entre les tortues paludines et les fluviales, mais il est à peine besoin de comparer les Potamites aux tortues terrestres, tant est grand l'écart de leur conformation.

Il n'y a pas de plaques cornées sur la carapace des Potamites, qui est recouverte d'une peau coriace continue. Elles sont, avec les Thalassites, les seules chez qui le plastron offre un espace libre, non ossifié, dans sa portion centrale.

Jusqu'ici on n'a observé aucune espèce de tortue fluviale dans les fleuves européens ; toutes celles qui ont été décrites et dont on connaît la patrie provenaient des rivières, des fleuves, ou des grands lacs d'eau douce des

régions les plus chaudes du globe : du Nil et du Niger, en Afrique ; du Mississipi ou de l'Ohio et de leurs grands affluents en Amérique.

Il paraît que quelques Potamites atteignent de grandes dimensions ; Pennant parle d'individus qui pesaient trente-cinq kilogrammes.

Le genre de vie et les mœurs de toutes les tortues fluviales semblent avoir la plus grande analogie. Comme elles nagent avec beaucoup de facilité à la surface et au milieu des eaux où elles sont habituellement plongées, le dessous de leur corps reste généralement d'un blanc pâle, rose ou bleuâtre, comme étiolé ; mais leurs parties supérieures varient, pour les teintes, qui sont le plus souvent brunes ou grises, avec des taches irrégulières marbrées, ponctuées ou ocellées.

On raconte que, pendant les nuits tranquilles, les Potamites viennent se reposer sur les îlots des fleuves. Elles sont très voraces. On les pêche pour la chair qui est estimée, mais les pêcheurs craignent leurs morsures. Les mâles semblent être en moins grand nombre que les femelles. A l'époque de la ponte, celles-ci s'approchent des rivages pour y déposer leurs œufs au nombre de cinquante à soixante. Ces œufs sont de forme sphérique, leur coque est solide, mais membraneuse ou peu calcaire.

Les *Thalassites*, ou tortues qui vivent dans les mers, ont été distinguées de toutes les autres espèces depuis l'antiquité ; c'est même d'après Aristote qu'elles sont nommées Thalassites. Elles renferment deux types radicalement différents : l'un qui a une carapace comme toutes les autres tortues et une couverture de plaques cornées, c'est la Chélonée ; l'autre dont la carapace est indépendante des côtes et est recouverte d'une peau coriace continue, c'est la tortue Luth.

Les pattes des tortues marines, changées en palettes, sont tellement déprimées que les doigts, quoique formés de pièces distinctes, ne peuvent exécuter les uns sur les

autres aucune sorte de mouvements volontaires, et que cette nageoire n'est plus propre qu'à faire des efforts pour pousser vivement l'eau dans laquelle elle se meut.

Dans la carapace, les huit paires de côtes, même dans les individus adultes, ne sont pas élargies et soudées entre elles dans toute leur longueur. La courbure de la carapace est, d'ailleurs, toujours très faible et son contour est cordiforme. Le plastron n'est jamais ossifié dans la région centrale.

Les tortues marines ne paraissent guère sortir de l'eau qu'à l'époque de la ponte. Elles se nourrissent, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, de plantes marines; quelques-unes cependant absorbent des céphalopodes (Sèches).

Les Thalassites sont les tortues dont le corps acquiert les plus grandes dimensions. Il y a des tortues Luth pesant 800 kilogrammes et des Chélonées atteignant 450 kilogrammes.

L'époque de la fécondation est fixe pour chaque espèce et l'accouplement dure longtemps (quinze jours). Les femelles, qui parcourent parfois un espace de cinquante lieues en mer, viennent alors sur les plages sablonneuses pour y déposer leurs œufs. Elles y creusent des fosses de deux pieds de diamètre et y pondent jusqu'à deux cents œufs à la fois. Les œufs fécondés éclosent du quinzième au vingt et unième jour.

On rencontre les Thalassites dans toutes les mers des pays chauds.

Après avoir ainsi donné une idée exacte et bien définie de ce que sont les divers groupes de Chéloniens, nous pouvons examiner où il convient de placer le Pachyrhynque.

Et d'abord, le Pachyrhynque appartient à la famille des Thalassites par la nature de sa carapace et de son plastron. Dans cette famille, il ne peut être confondu avec la tortue Luth, puisqu'il n'a pas de côtes indépen-

dantes ; il faut donc le mettre près des Chélonées. Mais, est-ce une Chélonée véritable ? Je ne le crois pas et voici pourquoi.

Dans les Chélonées, la longueur du crâne dépasse sa largeur et sa hauteur ; tandis que, dans les Pachyrhynques, il est très large et très plat. Dans les Chélonées, les orbites sont latérales, de façon que leur bord inférieur est presque invisible quand on regarde le crâne de dessus, disposition qui dépend de la forte largeur de l'espace interorbitaire; au contraire, chez les Pachyrhynques, les orbites, outre qu'elles sont petites, ont un bord inférieur bien visible quand on examine le crâne de dessus, par suite de l'étroitesse de l'espace interorbitaire, structure qui permet aux yeux de voir en haut. Chez les Chélonées, les narines sont situées dans un plan presque vertical, au lieu que, chez les Pachyrhynques, elles sont situées dans un plan oblique. Chez les Chélonées, les os du nez ne sont jamais séparés, tandis que, chez les Pachyrhynques, ils sont distincts. Chez les Chélonées, la voûte palatine est très concave transversalement, tandis que, chez les Pachyrhynques, elle est presque plate. Chez les Chélonées, la même voûte palatine est peu épaisse, translucide par places ; chez les Pachyrhynques, au contraire, elle est extraordinairement épaisse. Chez les Chélonées, le contour de la voûte palatine est parabolique ; au lieu que, chez les Pachyrhynques, il est triangulaire. Chez les Chélonées, les narines sont situées dans le tiers antérieur du crâne ; tandis que, chez les Pachyrhynques, elles sont rejetées dans le tiers postérieur. Chez les Chélonées, la mandibule est solide, mais sans être massive; tandis que, chez les Pachyrhynques, elle est entièrement massive. Chez les Chélonées, la symphyse mandibulaire (union des deux branches de la mâchoire inférieure au menton) est courte ; tandis que, chez les Pachyrhynques, elle est longue, plate et forme plus de la moitié de la longueur totale de la mandibule. Enfin, chez les Chélo-

nées, la carapace est cordiforme, tandis qu'elle est arrondie en arrière chez les Pachyrhynques.

Tous ces caractères et d'autres encore que nous ne pouvons rapporter ici nous ont conduit à considérer la tortue d'Erquelinnes comme un type différent de *Chelonia ;* c'est pourquoi nous l'avons désignée sous le nom de *Pachyrhynchus*, pour rappeler la massiveté du bec. Malheureusement, nous ignorions, lors de la publication de notre travail, que ce nom avait déjà été employé par les naturalistes pour d'autres animaux. Nous l'avons appris depuis, et, puisque nous ne pouvons éviter de le changer, nous proposons, comme les Pachyrhynques sont si abondants à Erquelinnes, de les appeler à l'avenir *Erquelinnesia*, Dollo.

En résumé, la tortue d'Erquelinnes est une tortue marine d'un type nouveau et éteint, remarquable notamment par l'épaisseur de ses mâchoires.

V. *Mœurs*. Un mot encore sur les mœurs probables des Pachyrhynques ou Erquelinnesies. La forme arrondie de la carapace, ainsi que les orbites réduites et plus ou moins dirigées vers le haut, indiquent vraisemblablement un type littoral, et non pas pélagique comme les Chélonées de nos jours. D'autre part, l'admirable casse-noix constitué par l'appareil masticatoire, mû par des muscles temporaux énormes, établit sans conteste que la tortue d'Erquelinnes se nourrissait de mollusques comme les *Trionyx* (tortues fluviales) actuelles et peut-être encore plus exclusivement que ces dernières. On trouve d'ailleurs, associées à ses restes, des quantités d'huîtres *bivalves* (c'est-à-dire ayant vécu là où on les rencontre) constituant de véritables bancs à sa portée.

VI. *Enfouissement*. Les tortues d'Erquelinnes, se rencontrant avec le Champsosaure, ont été fossilisées dans des conditions identiques.

VII. *État de la contrée*. Il était le même qu'à l'époque du Champsosaure, le contemporain d'*Erquelinnesia*.

VIII. *Contemporains.* Voir plus haut à l'article Champsosaure, puisque ce reptile vécut côte à côte avec les Erquelinnésies.

IX. *Dimensions.* La tortue d'Erquelinnes a une carapace mesurant environ $0^m,60$. Elle n'est donc point de très grande taille pour une tortue marine.

V

LE CARCHARODON.

I. *Historique.* Le musée de Bruxelles ayant résolu de faire explorer les environs de Boom dans le courant de l'année dernière, toutes les mesures furent prises pour acquérir les ossements fossiles recueillis en ce point par les ouvriers ou les propriétaires, en attendant qu'une circonstance permît de procéder à des extractions rationnelles comme celles des Iguanodons ou du Hainosaure. La récolte fut abondante ; on y remarquait notamment deux énormes tortues voisines de la tortue Luth et dont j'aurai à entretenir dans quelque temps les lecteurs de la *Revue;* puis, entre autres choses, des éléments suffisants pour reconstituer le squelette du *Carcharodon heteredon*, grand requin éteint. Chargé de faire exécuter ce travail, je m'en occupai activement, et déjà j'espérais voir bientôt placer dans les galeries le spécimen de Boom, lorsque M. R. Storms, membre distingué de la Société scientifique, qui possède une connaissance parfaite des poissons osseux vivants et fossiles, voulut bien sur ma demande céder au Musée un second squelette du même *Carcharodon,* qu'il avait acquis autrefois à Rupelmonde. La restauration des deux spécimens fut menée de pair, et ils figurent actuellement tous deux dans la *Salle d'Anvers* du musée de Bruxelles. L'un mesure 7 mètres avec une gueule large de $0^m,70$; l'autre $8^m,60$ avec une gueule large de $0^m,80$.

II. *Gisement.* Les *Carcharodon heterodon* ont été trouvés dans l'argile de Boom, c'est-à-dire dans le rupélien supérieur ou oligocène moyen, terme moyen des terrains tertiaires. Ils sont donc plus récents que le *Champsosaurus*, le *Gastornis* et l'*Erquelinnesia;* ils sont, par conséquent, encore beaucoup moins anciens que *Hainosaurus*.

III et IV. *Structure et position dans le règne animal.* Les seules parties préservées de nos Carcharodons sont, comme lorsqu'il s'agit de requins fossiles en général, les vertèbres, les dents et des fragments du cartilage mandibulaire calcifié.

Les dents sont tranchantes, régulièrement triangulaires, dentelées sur les bords et se distinguent de celles des Carcharodons actuels *(Carcharodon Rondeleti)* (car il y a encore aujourd'hui une espèce du genre auquel appartient notre fossile) par la présence de dentelons latéraux.

Pour bien comprendre la place qu'il convient de donner aux Carcharodons dans le règne animal, il est indispensable de rappeler brièvement comment les zoologistes ont divisé la classe des Poissons. On distingue dans ce vaste groupe : les Leptocardiens, les Cyclostomes, les Élasmobranches, les Ganoïdes, les Téléostéens et les Dipneustes.

Les *Leptocardiens* ne renferment que le petit *Amphioxus*. Ils sont caractérisés par un axe squelettique (corde dorsale), identique dans tout le corps et s'étendant de l'extrémité antérieure à l'extrémité postérieure. Il n'y a donc pas de crâne, ni de cerveau, ni d'appareil auditif, ni de reins, au moins à l'état où on les rencontre chez tous les Poissons. Le cœur est constitué par un simple tube, et le foie est tout différent de celui des autres Vertébrés.

Les *Cyclostomes* sont les animaux du groupe de la Lamproie. Ils se font remarquer par la présence d'un crâne, d'un cerveau, d'organes auditifs et de reins ; de plus, le cœur est divisé. Ils se distinguent des autres Poissons par un nez impair, puis, par l'absence de mâchoire inférieure et de membres.

Les *Élasmobranches* contiennent les requins, les raies et les chimères. Leur squelette est cartilagineux et leur crâne est dépourvu de ces os à surface rayonnée appelés os de recouvrement. D'ailleurs, comme les Cyclostomes et comme les groupes qui vont suivre, ils ont un cerveau, des organes auditifs, des reins, un cœur divisé, etc. En outre, l'organe de l'olfaction est pair, et il y a quatre membres, deux antérieurs (nageoires pectorales) et deux postérieurs (nageoires ventrales).

Les *Ganoïdes* ont, comme les Téléostéens, des os à surface rayonnée recouvrant le crâne, deux paires de membres, un organe de l'olfaction pair, etc. ; mais ils s'en distinguent par la structure du cœur et des nerfs optiques. L'Esturgeon est un exemple de Ganoïde.

Les *Téléostéens* sont les poissons osseux proprement dits.

Les *Dipneustes* sont de curieux poissons exotiques qui respirent l'hiver par des branchies et l'été par des poumons ; ce sont les seuls poissons où le nez communique avec la bouche.

Nos Carcharodons sont des Élasmobranches et, comme les fentes branchiales s'ouvraient chez eux sur les côtés et non au-dessous du corps, ce sont des requins ; car la structure de leur crâne s'oppose à ce qu'on les range dans les chimères.

A quel groupe de requins appartiennent-ils ? Nous le verrons lorsque nous aurons donné quelques détails sur ce type de Poissons.

Leur corps allongé et fusiforme, se terminant généralement par un museau plus ou moins pointu antérieurement, et passant postérieurement à une queue puissante et flexible, donne aux requins de grandes facilités pour la natation, tant au point de vue de la vitesse que du temps pendant lequel ils peuvent, sans se reposer, progresser dans l'eau. Beaucoup d'espèces habitent la pleine mer où elles suivent, durant des semaines entières, soit des

navires, soit des bancs de poissons en migration ; d'autres fréquentent des côtes déterminées qui leur offrent la nourriture en abondance ; d'autres enfin, — et c'est le cas pour la majorité des petites formes, — sont de véritables poissons littoraux, quittant rarement le fond et réunies parfois en troupes immenses. Les mouvements des requins ressemblent jusqu'à un certain point à ceux des serpents.

Les requins sont surtout abondants dans les mers situées entre les tropiques, ils deviennent plus rares en dehors de ces lignes ; quelques-uns seulement atteignent le cercle polaire arctique, tandis qu'on ignore leur limite extrême vers le sud. Plusieurs espèces pénètrent dans l'eau douce et remontent les grands fleuves, comme le Tigre ou le Gange, jusqu'à des distances considérables. Les types pélagiques ne sont pas restreints, comme les types littoraux, à une région déterminée très localisée ; mais, au contraire, leur aire de dispersion est considérable. Très peu de requins descendent dans les abysses ; ils ne paraissent pas aller plus bas que 1000 mètres. On en connaît environ 140 espèces.

Les requins n'ont pas d'écailles comparables à celles des autres poissons ; leur peau est protégée par de petites pièces calcaires, qui, sous le microscope, montrent la même structure que les dents. Si ces pièces sont petites, les téguments du requin sont alors ce qu'on appelle la *peau de chagrin ;* si elles sont plus volumineuses, elles forment les boucles si connues chez les raies.

Les requins sont exclusivement carnivores, et ceux armés de dents tranchantes et acérées, comme nos Carcharodons, sont les plus formidables tyrans de l'Océan. On sait qu'ils sont capables de couper d'un seul coup le corps d'un homme en deux, comme le ferait une épée. Quelques-uns des plus grands cependant, ne possédant que des dents rudimentaires, sont presque inoffensifs et se nourrissent exclusivement de petits poissons ou de petits invertébrés

marins. D'autres enfin n'ont que des dents obtuses pour broyer, et s'adressent surtout aux mollusques testacés.

On mange les petites espèces de requins en Chine et en beaucoup de contrées de l'extrême Orient. Un anatomiste des plus distingués (1), qui veut bien m'honorer de son amitié, m'affirme que leur chair est semblable à celle de la raie; ce qui peut être étonnant au point de vue culinaire, mais ce qui ne surprendra nullement un zoologiste, puisque ce fait est d'accord avec la classification. Les nageoires servent à préparer de la gélatine. On capture, en certains endroits, jusqu'à 40 000 requins par an, dans un but utilitaire.

On a divisé les requins en dix familles :

Les *Carchariidæ*, caractérisés par des yeux pourvus d'une troisième paupière et une bouche crescentiforme. Ils possèdent une nageoire anale (nageoire impaire, située dans le plan médian du corps, immédiatement en arrière de l'anus, sur la face ventrale). Il y a deux nageoires dorsales (nageoires impaires, situées dans le plan médian du corps et sur le dos), la première placée au milieu de l'espace intermédiaire entre les nageoires pectorales (nageoires paires, situées le plus près de la tête) et les nageoires ventrales (nageoires paires, situées le plus loin de la tête) ; cette première nageoire dorsale n'est pas soutenue en avant par une épine. Les *Carchariidæ* comprennent notamment les genres *Carcharias*, *Galeocerdo*, *Corax*, *Hemipristis*, *Galeus*, *Zygœna* (le Marteau, dont les yeux sont portés à l'extrémité de deux longs et larges lobes aplatis, dirigés perpendiculairement à l'arc longitudinal du corps) et *Mustelus*, ces curieux requins, dont quelques-uns étaient connus d'Aristote sous le nom de Γαλεὸς λεῖος et dont les jeunes, pour plusieurs d'entre eux, sont attachés à la mère par un placenta (comme chez l'homme, avec cette différence que leur placenta est ombilical au

(1) M. H. Leboucq, professeur à l'université de Gand.

lieu d'être allantoïdien), fait déjà observé par le sagace naturaliste grec.

Les *Lamnidæ*, qui n'ont pas de troisième paupière, mais qui possèdent, comme les précédents, une nageoire anale. Il y a encore deux nageoires dorsales, et la première, sans épine, est aussi placée au-dessus de l'espace intermédiaire entre les nageoires pectorales et les nageoires ventrales. Les narines sont éloignées de la bouche qui est inférieure. L'évent (ouverture représentant une ancienne fente branchiale presque oblitérée, et correspondant à notre oreille externe et à la trompe d'Eustache réunies) est absent, ou minuscule. Les *Lamnidæ* comprennent notamment les genres *Lamna, Carcharodon, Alopecias* et *Selache,* sur lesquels nous nous appesantirons un moment, puisque nos Carcharodons sont compris dans ce groupe.

Lamna se distingue par sa seconde nageoire dorsale et sa nageoire anale qui sont très petites; en outre, il existe une fossette à la base de la nageoire caudale, dont le lobe inférieur est très développé. Les côtés de la queue portent une crête longitudinale proéminente. La bouche est large, les dents sont grandes, lancéolées, non dentelées et montrent quelquefois des dentelons accessoires latéraux, à la base. De chaque côté de la mâchoire supérieure, à quelque distance du milieu, il y a une ou deux dents manifestement plus petites que les voisines. Les fentes branchiales sont très grandes. L'évent est petit.

Il y a trois espèces de *Lamna*, dont une *(L. cornubica)* habite le nord de l'Atlantique. Elle atteint une longueur de trois mètres, et se nourrit exclusivement de poissons qu'elle avale entiers; car ses dents sont faites pour saisir ou retenir, mais non pour diviser. Selon Pennant, elle serait vivipare.

Carcharodon se fait remarquer par une seconde nageoire dorsale et une anale très petites. Il y a aussi une fossette à la base de la nageoire caudale, dont le lobe inférieur est

également bien développé. La queue possède encore des deux côtés une crête longitudinale, et la bouche est large. Mais les dents, volumineuses, sont plates, dressées, régulièrement triangulaires et dentelées, avec des dentelons latéraux chez les fossiles. Les fentes branchiales sont grandes.

Dans la nature actuelle, il n'y a qu'une espèce de Carcharodon *(C. Rondeleti)* qui est le plus formidable de tous les requins d'aujourd'hui. Elle est entièrement pélagique, et paraît se rencontrer dans toutes les mers tropicales ou subtropicales. Elle peut atteindre une longueur de plus de 13 mètres. Les dents de Carcharodon sont assez abondantes dans les dépôts tertiaires (témoin celles de nos *C. heterodon)* et ont été rapportées à plusieurs espèces, qui montrent que le type Carcharodon était plus florissant autrefois que de nos jours. Quelques-unes de ces dents fossiles indiquent des animaux d'une taille de 30 mètres ou environ. Les naturalistes du *Challenger* ont fait cette découverte intéressante que, dans la boue des grands fonds du Pacifique, entre la Polynésie et la côte occidentale de l'Amérique, il existe des dents identiques aux plus grandes dents fossiles. Or, comme il n'y a plus aujourd'hui de formes de ce volume énorme, il en résulte que le *C. megalodon*, auquel elles appartiennent, a dû disparaître à une époque relativement récente (A. Günther). On ne sait rien de l'anatomie, des mœurs et du mode de reproduction du *C. Rondeleti*, dont on ne connaît même pas le mâle.

Alopecias a la seconde nageoire dorsale et la nageoire anale très petites. La nageoire caudale est extrêmement longue, avec une fossette à la base. Il n'existe pas de carènes sur les côtés de la queue. La bouche et les fentes branchiales sont modérément ouvertes. Les dents sont semblables dans les deux mâchoires, de taille moyenne, plates, triangulaires, mais non dentelées.

Ce genre ne renferme qu'une espèce, commune dans l'Atlantique et la Méditerranée, ainsi que sur les côtes

de la Californie et de la Nouvelle-Zélande. Elle atteint une taille de cinq mètres, dont la queue forme plus de la moitié, et est tout à fait inoffensive pour l'homme. Elle poursuit notamment les harengs dans leurs migrations et les détruit en quantités innombrables; lorsqu'elle attaque, elle décrit autour des bancs de ces animaux des cercles à rayon décroissant, de façon à les masser, après quoi elle peut aisément assouvir sa faim. On a prétendu qu'elle luttait contre les baleines, mais cette assertion est erronée.

Selache possède aussi une seconde nageoire dorsale et une nageoire anale très petites. Il y a une fossette à la base de la nageoire caudale, qui est pourvue d'un lobe inférieur. Les côtés de la queue sont munis d'une carène. Les fentes branchiales sont extrêmement larges. Les dents sont extraordinairement petites, nombreuses, coniques et sans dentelures, ni dentelons.

Ce genre ne renferme encore qu'une espèce : le squale-pèlerin; c'est le plus grand requin du nord de l'Atlantique; il peut atteindre 10 mètres. Il est tout à fait inoffensif, à moins qu'on ne l'attaque, et alors c'est uniquement sa queue, appendice puissant, dont les coups sont à craindre. Il se nourrit de petits poissons ou d'invertébrés marins voyageant en bancs. On le poursuit pour obtenir son foie qui fournit de l'huile; un seul spécimen en donne jusqu'à une tonne ou une tonne et demie. A certaines époques de l'année, il nage en troupes, le dos faisant saillie à la surface de l'eau. La bouche et la cavité branchiale sont énormes, et les arcs branchiaux sont garnis de fanons jouant le même rôle que ceux des baleines. M. P. J. Van Beneden pense que ce requin existait en Belgique à l'époque tertiaire. J'espère avoir l'occasion d'y revenir dans un mémoire que je prépare actuellement pour le *Bulletin du Musée*.

Les *Rhinodontidæ* sont caractérisés par l'absence de troisième paupière. Ils ont une nageoire anale. Il y a deux

nageoires dorsales dont la première, sans épine, est placée en face des nageoires ventrales, c'est-à-dire plus en arrière que dans les familles précédentes. La bouche et les narines sont situées près de l'extrémité du museau.

Cette famille ne comprend qu'une seule forme *(Rhinodon typicus)*, atteignant 23 mètres de long. Cet animal ressemble, sous beaucoup de rapports, au squale-pèlerin.

Les *Notidanidæ* n'ont pas de troisième paupière. Il n'y a qu'une nageoire dorsale, sans épine, et placée vis-à-vis de l'anale, c'est-à-dire encore plus en arrière que dans les familles précédentes.

Le genre le plus intéressant de ce groupe est *Notidanus*, répandu dans toutes les mers tropicales et subtropicales; il est connu aussi à l'état fossile.

Les *Scyllidæ* ont deux nageoires dorsales, dont la première, sans épine, est située au-dessus, ou en arrière, des nageoires ventrales. Il n'y a pas de troisième paupière. L'évent est bien net. La bouche est inférieure. Les dents sont petites et plusieurs rangées sont simultanément en fonctions.

Cette famille renferme notamment *Scyllium*, *Chiloscyllium*, pourvu d'un véritable bec de lièvre normal, et *Crossorhinus*, le seul requin muni de barbillons.

Les *Hybodontidæ* ont deux nageoires dorsales, munies chacune d'une épine dentelée. Les dents sont arrondies, striées longitudinalement, avec deux à quatre dentelons latéraux. Téguments en peau de chagrin.

Cette famille est éteinte depuis l'époque jurassique.

Les *Cestraciontidæ* n'ont pas de troisième paupière. Des deux nageoires dorsales, la première est située entre les nageoires pectorales et les nageoires ventrales. Il existe une nageoire anale. Il y a un bec de lièvre constant. Les dents sont obtuses, en pavé, plusieurs rangées fonctionnant simultanément.

Cette famille, qui n'est plus représentée aujourd'hui que par un seul genre *(Cestracion)*, a été très riche en

formes durant les époques géologiques. Elle apparaît dans le dévonien.

Les *Spinacidæ* n'ont pas de troisième paupière. Il y a deux nageoires dorsales, mais pas d'anale. La bouche n'est que légèrement arquée. Il y a un évent et les fentes branchiales sont étroites. Les nageoires pectorales ne sont pas échancrées à leur origine.

Les genres les plus intéressants sont *Acanthias Scymnus*, *Læmargus*.

Chez les *Rhinidæ*, il n'y a pas de nageoire anale, mais deux nageoires dorsales. L'évent est présent. Les nageoires pectorales sont volumineuses, et se projettent en avant comme chez les raies, mais sans se confondre avec la tête.

C'est la famille de l'Ange *(Rhina squatina)*, curieux requin vivipare simulant la raie.

Le tête des *Pristiophoridæ* est prolongée, en avant, en un long rostre garni de dents latérales.

Cette famille contient le genre *Pristiophorus* simulant, lui aussi, une raie *(Pristis* ou poisson-scie).

V. *Mœurs.* Il est vraisemblable que, comme l'espèce actuelle, le *Carcharodon heterodon* était un animal pélagique et vorace; mais nous connaissons trop peu le type d'aujourd'hui pour nous prononcer sur les mœurs de la forme fossile.

VI. *État de fossilisation.* Les pièces recueillies gisaient toutes, non précisément dans leurs connexions anatomiques, mais rassemblées sur une étendue horizontale peu considérable. Si donc nos Carcharodons ont subi la putréfaction avant d'être enfouis, il est probable qu'ils n'ont pas dû rester longtemps découverts après ce phénomène, car autrement leurs restes auraient été dispersés.

VII. *État du sol.* Selon M. Rutot, qui veut bien me communiquer ce renseignement, la Belgique, à l'époque où vivaient les Carcharodons, était envahie par les eaux de la mer, dans le nord, au delà d'Anvers et de Hasselt,

jusqu'à Lokeren, Aerschot et Tongres. Un cinquième environ du territoire actuel était immergé.

VIII. *Contemporains.* Les contemporains les plus intéressants du Carcharodon étaient : l'*Halitherium*, sorte de Sirénien, c'est-à-dire animal de la famille du lamantin et du dugong, mammifères vulgairement appelés, et cela bien à tort, cétacés herbivores ; puis, une gigantesque tortue voisine de la tortue Luth, dont j'ai déjà dit un mot et sur laquelle je livrerai incessamment un travail à l'impression ; enfin, des Chélonées, ou tortues marines ordinaires. On rencontre encore : le poisson-lune *(Orthagoriscus mola)*, suivant M. P. Van Beneden, et des Oiseaux, notamment une sorte de Fou *(Sula affinis)* suivant le même illustre auteur.

VI

LE RHINOCÉROS A NARINES CLOISONNÉES.

I. *Historique.* Le musée de Bruxelles renferme un grand nombre de restes du Rhinocéros à narines cloisonnées ; dans ce qui va suivre, je ne parlerai que de ceux récemment exposés. Ils représentent quatre individus : deux adultes, un jeune et un fœtus (quelques os seulement). Un des spécimens adultes provient de Blaton ; les autres ont été achetés à la Société archéologique de Namur.

Voici maintenant quelques détails historiques sur le Rhinocéros à narines cloisonnées en général.

On n'est pas certain si les os exhumés, en 1663, au Zeunikenberg (ou Zivikenberg), près de Quedlinburg, auxquels le célèbre physicien Otto de Guéricke appliqua le nom d'*Unicorne* (1672) et Leibnitz celui de *Monoceros* (1749), appartiennent réellement au Rhinocéros ; car la figure donnée dans la *Protogæa* reproduit à la fois des caractères du Cheval, du Rhinocéros, de l'Éléphant et des

Cétacés, ce qui autorise à la considérer comme un pur produit de l'imagination. Cependant, comme on a encore retiré plus tard (1728) de vrais ossements de Rhinocéros (décrits par Zükkert en 1776) et que Siebel en a lui-même obtenu, il est bien possible que les ossements vus par Otto de Guéricke et Leibnitz provenaient de cet animal.

En Angleterre, les plus anciens os de Rhinocéros fossiles ont été déterrés, en 1668, dans le village de Chartem, non loin de Canterbury (Kent), et décrits par Somner en 1669.

Environ un siècle après (1768), le grand naturaliste Pallas démontra qu'il avait existé autrefois une espèce de Rhinocéros fossile, s'écartant de tous les mammifères en ce qu'elle avait la cloison du nez ossifiée.

Ainsi qu'il est bien connu, le Rhinocéros à narines cloisonnées appartient, comme le Mammouth, à ces animaux éteints de la faune quaternaire dont on connaît non seulement le squelette, mais encore des restes importants des parties molles. On rencontra, en 1771, sur les rives du Wilui, affluent important de la Léna, un *cadavre* de Rhinocéros, dont on préserva, conformément aux ordres du gouvernement, qui avait ordonné de rassembler toutes les raretés de la Sibérie, la tête, une patte de devant et les deux pattes de derrière. La tête, la patte de devant et la patte gauche de derrière furent remises, en 1772, à Pallas qui était à Irkutzk et qui ne vit pas le cadavre entier. Pour atténuer la mauvaise odeur que ces pièces répandaient, l'éminent naturaliste voulut les faire sécher. Malheureusement, la patte de devant brûla et la patte gauche de derrière subit aussi quelque avarie. Quant à la patte droite de derrière, on l'avait envoyée à la Chancellerie du gouvernement à Iakutzk (non Irkutzk), et elle semble ne pas avoir été observée par Pallas; car, autrement, celui-ci n'aurait pas manqué d'en faire mention dans son mémoire. En cette même année 1772, le savant zoologiste envoya à l'Académie des sciences de Saint-

Pétersbourg un travail où il décrivait la tête du Rhinocéros à narines cloisonnées comme recouverte d'une peau montrant de nombreux pores, qui contenaient encore des poils courts et gris, groupés en faisceaux, auxquels d'autres poils isolés, noirs et plus longs, étaient associés. Les lèvres, comme le pavillon des oreilles, manquaient. On n'avait pas non plus trouvé de cornes avec le cadavre, mais il est probable que les indigènes de la Sibérie les avaient soustraites dans un but utilitaire. Cependant la peau de la tête exhibait, entre les yeux, la place d'insertion de la corne frontale et, plus en avant, le point d'attache de la corne nasale. Les paupières, encore présentes, étaient entourées de rides circulaires. A l'intérieur de la tête, il y avait des restes des muscles temporaux, masséters et ptérygoïdiens avec leurs tendons. En ce qui concerne la patte de derrière gauche, Pallas rapporte qu'elle était recouverte de poils gris de 1 à 3 lignes, et il en conclut, en rappelant l'état des téguments de la tête, que le Rhinocéros fossile devait être revêtu d'un pelage qui manque aux formes actuelles.

Depuis cette époque, de nombreux restes de Rhinocéros à narines cloisonnées ont été recueillis et décrits. Les énumérer ici serait chose impossible. Disons seulement que le squelette le plus complet est, si nous ne nous trompons, conservé au musée de Munich, et que les restes du plus grand spécimen connu seraient au musée de Bruxelles.

II. *Gisement.* Les ossements de nos Rhinocéros à narines cloisonnées ont été recueillis, comme d'ordinaire, dans des couches datant de l'époque quaternaire et se rapportant à l'âge du Mammouth. Ces Rhinocéros sont donc plus récents que les Carcharodons, beaucoup plus récents que le *Champsosaurus*, le *Gastornis*, l'*Erquelinnesia* et surtout que le *Hainosaurus*.

III. *Description.* Nous emprunterons à J. F. Brandt, qui a écrit une monographie de cet animal, les éléments

de notre description du Rhinocéros à narines cloisonnées ou *Rhinoceros tichorhinus.*

Commençons par les *téguments.* On en connaît : la peau de la tête, celle des pattes et les deux cornes.

La peau de la tête ressemble à la partie correspondante du Rhinocéros africain actuel ; elle est lisse, sans traces de grosses verrues ; mais elle présente une grande quantité de pores bien visibles et assez serrés. Chacun de ces pores montre des moignons de poils qui formaient autrefois des pinceaux. Les poils complets n'avaient pas seulement 2 à 3 lignes, comme Pallas l'admet, mais ils étaient beaucoup plus longs. Brandt en trouva de deux sortes : les uns, d'un brun rougeâtre clair, groupés à 20 en un seul faisceau, dont les plus longs atteignaient 1 pouce et demi ; les autres, également longs, droits et noirs. L'épaisseur du pelage de la tête devait, par conséquent, être d'un pouce ou plus. On peut donc présumer, d'après ce qu'on sait du Mammouth, que le revêtement du dos pouvait être plus long, quoique cela ne soit pas absolument certain.

Les pattes avaient une peau comme celle de la tête, avec des poils de 8 à 10 millimètres, quoiqu'on ne puisse pas affirmer que ceux-ci n'aient pas été plus longs pendant la vie. Leur couleur est d'un jaune sale tirant sur le blanc.

Il y avait deux cornes ; l'une plus grande sur le front, l'autre plus faible sur le nez.

Passons maintenant au *squelette.*

En ce qui concerne le crâne, la particularité la plus importante est, sans contredit, l'ossification complète de la cloison du nez. Le second point à signaler est l'absence d'incisives, ce qui le rapproche de celui du Rhinocéros africain actuel. Cependant la tête est plus allongée et sa face supérieure plus oblique que chez les types de nos jours. La mâchoire inférieure est intermédiaire entre celles des deux types vivants : le Rhinocéros africain et

le Rhinocéros asiatique. Somme toute, c'est encore du premier que le Rhinocéros à narines cloisonnées se rapproche le plus pour le crâne.

Les *vertèbres* paraissent plus massives que chez les Rhinocéros de nos jours. Les côtes sont plus hautes, plus épaisses et plus larges. Les os des pattes sont courts et épais. L'omoplate rappelle celle du *Rhinoceros bicornis.*

En résumé, le Rhinocéros à narines cloisonnées était un grand animal, plus lourd et plus épais que les types actuels de son groupe, dont il se distinguait, en outre, par ses poils disposés en pinceaux, courts sur les membres, plus longs sur la tête et formant vraisemblablement crinière le long du dos.

IV. *Position dans le règne animal.* Inutile de dire que le Rhinocéros est un Mammifère ; chacun sait cela. Quelle est sa position dans les Mammifères ? C'est ce que nous allons examiner.

Les Mammifères sont susceptibles d'être divisés en trois grands groupes :

Les Mammifères ovipares ou Monotrèmes, les Mammifères vivipares sans placenta (c'est-à-dire sans connexions avec la mère pendant la vie embryonnaire) ou Marsupiaux, et les Mammifères placentaires ou *Monodelphes.* C'est dans ce dernier que vient se placer le Rhinocéros.

Les Mammifères monodelphes ont été subdivisés en un grand nombre d'ordres, dont nous avons donné l'énumération plus haut. L'un d'eux porte le nom d'*Ongulés :* il comprend les Pachydermes de l'ancienne classification, diminués des Proboscidiens (éléphants) et augmentés des Solipèdes (chevaux) et des Ruminants. C'est dans cet ordre qu'on a casé le Rhinocéros.

Mais, dans les Ongulés, on distingue deux types. L'un qui a une tendance à voir se réduire le nombre des doigts pour n'en laisser subsister qu'un seul : ce sont les *Imparidigités* ou *Périssodactyles,* qui comprennent aujourd'hui les tapirs, les chevaux et les rhinocéros ; l'autre,

dont la tendance dans la réduction du nombre des doigts est aussi de conduire à un doigt unique (canon), mais formé par la soudure de deux doigts primitivement libres : ce sont les *Paridigités* ou *Artiodactyles*, qui renferment actuellement les hippopotames, les cochons et les ruminants.

Nous venons de dire que les Imparidigités contenaient trois familles : les Équidés, les Tapiridés et les Rhinocérotidés. Cette dernière famille peut se résoudre en trois types fondamentaux : l'Acérothérium, le Rhinocéros et l'Élasmothérium.

L'*Acérotherium* est un Rhinocérotidé éteint, qui possède déjà assez des caractères du Rhinocéros pour être placé près de cet animal, mais qui n'a pas encore de corne sur le nez.

Le *Rhinocéros* a les cornes caractéristiques, une sur le nez et une sur le front : si l'une des deux manque, c'est la frontale. Il a de plus des molaires radiculées.

L'*Élasmothérium* est un énorme Rhinocérotidé éteint, avec une seule corne, la corne frontale ; de plus, il est bien possible que sa lèvre supérieure eût la forme d'une trompe comme celle du tapir. Enfin ses molaires sont sans racine, de même que celles du cheval.

Le Rhinocéros lui-même comprend plusieurs types. Pour n'en citer que deux, nous mentionnerons : le *Rhinocéros asiatique* qui possède des incisives à l'état adulte, et le *Rhinocéros africain* qui en est dépourvu.

Dans ce dernier, on peut encore distinguer : la *forme actuelle*, dont la cloison du nez est cartilagineuse et dont la peau est plissée et privée de poils ; puis, la *forme à narines cloisonnées (R. tichorhinus)*, dont la cloison du nez est ossifiée et dont la peau est dépourvue de plis, mais couverte d'une toison.

V. *Mœurs*. Les restes du Rhinocéros à narines cloisonnées n'ont pas seulement été rencontrés en un grand nombre de localités, mais encore ils sont très abondants

en beaucoup d'endroits ; il y a donc lieu de présumer que cet animal était sociable et vivait en troupes plus ou moins importantes. Comme, de plus, ses ossements ont surtout été recueillis dans le voisinage des fleuves et des lacs, il n'est pas déraisonnable de supposer qu'il habitait non loin de là. Il pouvait trouver ainsi la nourriture végétale abondante nécessaire à ses besoins, sans compter les facilités pour étancher sa soif ou se baigner. Ses molaires puissantes lui permettaient non seulement de mâcher les parties molles des plantes, mais même de broyer avec facilité les petits rameaux des Conifères, des Salicinées ou des Bétulacées.

Son cerveau était peu volumineux, mais le défaut d'intelligence était compensé par un développement assez considérable du sens de l'odorat.

Son corps pesant ne lui permettait que des mouvements lents.

Ses armes défensives, contre ses semblables, contre le Mammouth, contre le Lion et contre l'homme, étaient les cornes. Deux crânes conservés à Saint-Pétersbourg montrent, par leurs blessures, qu'il devait livrer parfois de terribles batailles.

VI. *Distribution géographique.* Selon J. F. Brandt, il y aurait eu deux phases dans la distribution géographique du Rhinocéros à narines cloisonnées.

Dans la première, il aurait habité la Sibérie. Mais, quelle partie de la Sibérie ? On croyait autrefois que c'était le sud de cette contrée et que les cadavres découverts avaient été charriés par les fleuves jusqu'au point où on les recueillait. Actuellement, on pense qu'il habitait plutôt le nord, et voici pourquoi. En premier lieu, le *Rhinoceros tichorhinus* était couvert d'une épaisse toison, qui manque aux types des climats chauds ; et en second lieu, on a trouvé dans le creux de ses dents des restes de végétaux habitant précisément la partie septen-

trionale de la Sibérie ; sans compter que ses restes sont associés à ceux d'animaux préférant les climats froids.

Du nord de l'Asie, il se serait répandu en Europe où on a découvert ses ossements en Russie, en Pologne, en Autriche, en Allemagne, en Belgique, en Angleterre, en France et en Suisse.

VII. *Fossilisation.* La question la plus intéressante, à ce point de vue, en ce qui concerne le Rhinocéros à narines cloisonnées, est évidemment de savoir comment les *cadavres* (non pas les squelettes) de ce pachyderme et du Mammouth ont pu être préservés en Sibérie. Plusieurs naturalistes se sont occupés de ce sujet.

Adams pensait qu'ils avaient été conservés dans de la glace pure. Von Baer vint ensuite et affirma que c'était simplement dans un sol gelé.

J. F. Brandt se figura que les animaux s'étaient embourbés (ce qui est d'accord avec la position verticale des fossiles et avec ce qu'on avait déjà observé sur les éléphants actuels), puis que le sol s'était congelé.

Von Middendorf, qui exhuma un cadavre de Mammouth et trouva dans son voisinage des restes de coquilles marines, reprit l'ancienne idée d'après laquelle les fossiles seraient venus du sud, charriés par les fleuves.

D'après Fr. Schmidt les cadavres n'auraient pas été ensevelis dans les matières que déposent les fleuves (car, d'après lui, les fleuves sibériens n'en déposeraient que très peu), mais dans un accident, comme un éboulement partiel d'une rive.

O. Heer eut aussi son explication. Pour lui, les cadavres seraient tombés dans des crevasses de glaciers.

Von Schrenck tient également pour la conservation dans la glace pure.

VIII. *État du sol.* Dans les périodes correspondant aux animaux précédemment étudiés, les limites actuelles de la Belgique étaient toujours envahies par la mer. Il n'en était plus ainsi à l'époque quaternaire, durant laquelle vécut le Rhinocéros à narines cloisonnées.

Non seulement le territoire d'aujourd'hui était entièrement émergé, mais il est probable qu'une longue bande de terre ferme s'y ajoutait le long de la côte.

IX. *Contemporains.* Le premier des contemporains du *Rhinocéros tichorhinus* est l'homme, comme le prouvent ses restes associés à ceux du puissant pachyderme. Le souvenir de ce pesant animal s'est, selon Brandt, peut-être conservé dans les traditions populaires des Tartares de la Sibérie.

Ses autres contemporains furent le Mammouth, le Bœuf musqué, le Renne, le Lion des cavernes, l'Hyène des cavernes, l'Ours des cavernes, etc.

X. *Dimensions.* D'après des mesures prises lors de la découverte, le cadavre du Wilui aurait eu $2^m,31$ de long et $1^m,78$ de haut. La tête, selon Brandt, a une longueur de $0^m,78$; c'est la aussi taille de celle du spécimen de Munich. D'après le même auteur, les plus grands fossiles auraient eu $3^m,50$ environ.

VII

LE MAMMOUTH.

I. *Historique.* Comme pour le Rhinocéros à narines cloisonnées, le musée de Bruxelles est extrêmement riche en restes de Mammouth, dont il a notamment un magnifique squelette restauré. Mon intention n'est pas, cependant, de m'occuper aujourd'hui de tous ces fossiles. Je me contenterai de parler du Mammouth en général à propos de quelques ossements d'un jeune spécimen, acquis de la Société archéologique de Namur et récemment exposé; chemin faisant, j'aurais l'occasion d'introduire, à propos de cette pièce intéressante, quelques remarques que je crois nouvelles.

Disons d'abord que, primitivement, on rapporta les

ossements fossiles du Mammouth à des éléphants ayant vécu sur le même sol dans les temps historiques ; mais on fut bientôt détrompé pour une foule de raisons qu'il serait presque puéril d'exposer actuellement.

Vouloir rapporter ici tous les lieux où l'on a trouvé des ossements de Mammouth serait une entreprise presque infinie ; bornons-nous aux cas les plus intéressants.

Prenons comme exemple celui du Mammouth de Sibérie dont on recueillit le *cadavre*. L'opinion générale du peuple, en cette contrée, est que l'on a déterré des spécimens encore revêtus de leurs chairs fraîches et sanglantes; c'est une exagération, fondée sur ce qu'on rencontre quelquefois ces chairs conservées par la gelée.

Isbrand-Soles parle d'une tête dont la chair était corrompue, puis d'un pied gelé et gros comme un homme de taille moyenne ; et J.-B. Müller, d'une défense dont la cavité était encore remplie d'une matière semblable à du sang caillé.

Gabriel Sarytschew s'occupe, dans sa relation de voyage, d'un Mammouth des bords de l'Alazea, rivière qui se jette dans la mer Glaciale, au delà de l'Indighirka. Il avait été dégagé par le fleuve, se trouvait dans une position droite, était presque entier et couvert de sa peau, à laquelle tenaient encore de longs poils en certaines places.

M. Adams rapporta à Saint-Pétersbourg un spécimen dont la conservation, dit Cuvier, allait presque jusqu'au merveilleux. Le fait fut annoncé d'abord en octobre 1807 dans le *Journal du Nord*, recueil imprimé dans la capitale de l'empire russe, n° XXX, et ce morceau, qui a reparu depuis en divers journaux allemands, a été réimprimé en 1815, dans le tome V des *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*. On y trouve les détails qui suivent :

En 1799, un pêcheur tongouse remarqua, sur les bords de la mer Glaciale, près de l'embouchure de la Léna, au milieu des glaçons, un bloc informe qu'il ne put recon-

naître. L'année d'après, il s'aperçut que cette masse était un peu plus dégagée, mais ne devinait point encore ce que ce pouvait être. Vers la fin de l'été suivant, le flanc tout entier de l'animal et une des défenses étaient distinctement sortis des glaçons. Ce ne fut que la cinquième année que, les glaces ayant fondu plus vite que de coutume, cette masse énorme vint échouer à la côte sur un banc de sable. Au mois de mars 1804, le pêcheur enleva les défenses, dont il se défit pour une valeur de cinquante roubles. On exécuta à cette occasion un dessin grossier de l'animal, dont Cuvier eut une copie par l'intermédiaire de Blumenbach. Ce ne fut que deux ans plus tard, et la septième année après la découverte, que M. Adams, de l'Académie de Saint-Pétersbourg, professeur à Moscou, voyageant alors avec le comte Golovkin, envoyé par la Russie en ambassade à la Chine, fut informé à Iakutzk de cette trouvaille et se rendit sur les lieux. Il y trouva l'animal déjà fort mutilé. Les Iakoutes du voisinage en avaient dépecé les chairs pour nourrir leurs chiens. Des bêtes féroces en avaient aussi mangé; cependant le squelette se trouvait encore entier à l'exception du pied de devant. L'épine du dos, une omoplate, le bassin et les restes des trois extrémités étaient encore réunis par les ligaments et par une portion de la peau. L'omoplate manquante se retrouva à quelque distance. La tête était couverte d'une peau sèche. Une des oreilles, bien conservée, était garnie d'une touffe de crins ; on distinguait encore la prunelle de l'œil. Le cerveau se trouvait dans le crâne, mais il était desséché. La lèvre inférieure avait été rongée et la lèvre supérieure, détruite, laissait voir les molaires. Le cou était garni d'une longue crinière. La peau était couverte de crins noirs et d'un poil ou laine rougeâtre; ce qui en restait était si lourd que dix personnes eurent beaucoup de peine à le transporter. On retira, selon M. Adams, plus de quinze kilogrammes de poils et de crins que les ours blancs avaient enfoncés dans le sol humide en dévorant les

chairs. Le Mammouth dont il s'agit était un mâle; ses défenses étaient longues de plus de trois mètres en suivant les courbures, et sa tête, sans les défenses, pesait plus de deux cents kilogrammes. M. Adams mit le plus grand soin à recueillir ce qui restait de ce cadavre alors unique ; il racheta ensuite les défenses à Iakutzk. L'empereur de Russie, qui acquit ultérieurement le tout pour huit mille roubles, fit placer ces précieux restes dans le musée de l'Académie, à Saint-Pétersbourg. Ils furent décrits par Tilesius.

Enfin, Tilesius lui-même avait reçu, en 1805, et envoyé à Blumenbach, un faisceau de poils arrachés par un nommé Patapof d'un cadavre de Mammouth rencontré près des bords de la mer Glaciale. Un fragment de peau et quelques mèches de poils de cet individu existent à Paris.

Le musée de Bruxelles possède également un échantillon des téguments du Mammouth.

II. *Gisement.* Le Mammouth est, comme on sait, un animal quaternaire, et il caractérise même un niveau appelé *âge du Mammouth.*

III. *Structure.* Le Mammouth est un éléphant à toison et pourvu d'une crinière. La nature de ses téguments étant caractéristique, c'est d'eux surtout que nous devons parler, et nous éviterons, à propos du squelette, les détails trop techniques.

La *peau* est semblable à celle des éléphants vivants, mais on n'y distingue pas les points bruns qu'on remarque dans l'espèce des Indes. Adams assure que la peau dont il avait conservé les trois quarts était d'un gris foncé.

Quant aux *poils*, il y en a de deux et même de trois sortes : les plus longs ont 25 à 30 centimètres; leur couleur est brune et leur épaisseur à peu près celle d'un crin de cheval. Il y en a ensuite de plus courts, de $0^{m},20$ et de $0^{m},18$, qui sont en même temps un peu plus minces et de couleur fauve.

La *laine*, qui paraît avoir garni la racine des longs poils, a de 8 à 10 centimètres de longueur ; elle est assez fine, passablement douce et un peu frisée, surtout vers sa racine. Sa couleur est un fauve clair.

Sur ce qui reste de peau à Saint-Pétersbourg, les poils sont usés et courts. Cependant, comme aucun animal connu ne porte de poils semblables, il est impossible qu'il y ait à cet égard la moindre erreur. On a, d'ailleurs, outre cet individu, les témoignages relatifs à ceux de Sarytschew et de Patapof. Par conséquent, il est certain que le Mammouth avait une fourrure d'animal de pays froids.

Adams nous dit qu'une des oreilles de son individu était bien conservée et garnie d'une touffe de crins ; mais, dans son état actuel, elle est fort altérée et n'a plus aucun poil.

Les pieds du squelette de Saint-Pétersbourg sont encore couverts de peau et garnis de leurs semelles. Tilésius prétend que ces semelles sont arrondies, comme dilatées et foulées par le poids du corps ; en sorte qu'elles remontent sur les bords du pied et les recouvrent. Il y avait quelque chose de semblable dans l'éléphant de la ménagerie de Versailles décrit par Perrault.

IV. *Position dans le règne animal.* Nous avons parlé plus haut de la division des Mammifères en Ornithodelphes (Monotrèmes), Didelphes (Marsupiaux) et Monodelphes.

Le Mammouth est un Monodelphe. Il vient se ranger dans l'ordre des Proboscidiens, formé aux dépens de l'ancien groupe des Pachydermes pour les éléphants vivants et fossiles.

Les *Proboscidiens* sont des animaux massifs, progressant sur l'extrémité de leurs cinq doigts ou orteils et sur un coussin tégumentaire épais formant la plante des pieds ou la paume des mains. Leur nez est prolongé en une trompe flexible constituant un organe de préhension à la

fois fort et délicat. Le pavillon de l'oreille est grand et plat. Le crâne est énorme, même en proportion du corps. Il n'y a pas de canines, mais seulement des incisives (défenses) et des molaires.

Il y a trois types de Proboscidiens ; le type *Dinotherium*, le type *Mastodon* et le type *Elephas*.

Le type *Dinotherium*, le plus ancien, actuellement éteint, n'avait de défenses que dans la mâchoire inférieure.

Le type *Mastodon*, également disparu, avait des défenses dans les deux mâchoires.

Le type *Elephas* n'a de défenses que dans la mâchoire supérieure.

Le Mammouth appartient au type *Elephas*. Cette dernière forme, qui a eu de nombreux représentants fossiles, offre encore aujourd'hui deux genres distincts : *Loxodon*, en Afrique et *Euelephas*, en Asie.

Comparons-leur le Mammouth.

L'éléphant à crâne arrondi, à larges oreilles, à molaires marquées de losanges sur leur couronne, que nous venons d'appeler *Loxodon* ou *éléphant d'Afrique*, est un quadrupède dont la seule patrie connue, jusqu'à présent, est l'Afrique. C'est lui qui produit les plus grandes défenses (parmi les vivants). Le nombre naturel des ongles est de quatre devant et de trois derrière. L'oreille est immense et couvre l'épaule. La peau est d'un brun foncé et uniforme. Cette espèce n'a point été domptée dans les temps modernes.

L'éléphant à crâne allongé, à front concave, à petites oreilles, à molaires marquées de rubans ondoyants, que nous désignons sous le nom d'*Euelephas* ou *éléphant des Indes*, est un quadrupède qu'on n'a observé d'une manière certaine qu'au sud de l'Indus. Cette espèce est apprivoisée, grâce aux Indiens, depuis un temps immémorial. Ses défenses sont plus petites que celles de son congénère actuel. Le nombre naturel des ongles est de

cinq devant et de quatre derrière. L'oreille est petite, souvent anguleuse. La peau est ordinairement d'un gris tâcheté de brun. Il y a des individus tout blancs.

L'éléphant à crâne allongé, à front concave, à très longues alvéoles de défenses, à mâchoire inférieure obtuse, à molaires plus larges, parallèles, marquées de rubans plus serrés, que nous nommons *Mammouth* ou *Elephas primigenius*, ne se rencontre qu'à l'état fossile. On trouve ses os en grand nombre dans beaucoup de pays, mais mieux conservés dans le Nord qu'ailleurs. Il ressemblait à l'espèce des Indes plus qu'à celle d'Afrique. Il différait néanmoins de la première, surtout par la longueur des alvéoles de ses défenses. Ce dernier caractère devait, selon Cuvier, modifier singulièrement la figure et l'organisation de sa trompe, et lui donner une physionomie différant beaucoup plus de celle de l'espèce des Indes, qu'on n'aurait dû s'y attendre d'après la ressemblance du reste de leurs os. Il était, d'ailleurs, de taille plus forte. Il est manifestement plus éloigné de l'éléphant indien que l'âne ne l'est du cheval.

Une des choses les plus intéressantes que nous ayons observées sur le jeune Mammouth du musée de Bruxelles, c'est que, bien que son crâne fût plus petit que celui d'un tout jeune éléphant d'Afrique, bien que les défenses ne fussent pas encore sorties, tandis qu'elles l'étaient dans ce dernier, les molaires sont déjà usées, alors qu'elles sont intactes dans la forme actuelle. Il en résulte que les jeunes du Mammouth naissaient sensiblement plus petits que ceux de l'éléphant d'Afrique, et qu'ils mangeaient déjà sans avoir de défenses, ce qui n'est pas le cas pour le *Loxodon*.

En résumé, le Mammouth fut l'éléphant des climats froids.

Il est inutile de parler ici du mode de fossilisation du Mammouth, de ses contemporains, de l'état de la Belgique à l'époque où il vivait; ce serait répéter ce que nous avons dit plus haut à propos du Rhinocéros à narines cloison-

nées. Pour la même raison, nous ne reviendrons plus sur ces points à propos du Bœuf musqué auquel nous arrivons.

VIII

LE BŒUF MUSQUÉ.

I. *Historique. L'Ovibos moschatus*, plus ordinairement appelé le *Bœuf musqué*, du nord de l'Amérique, a été décrit par les naturalistes sous des noms variés, selon qu'ils l'ont considéré comme une sorte de bœuf, une espèce de buffle ou un type particulier de mouton. Il est désigné comme *Bœuf musqué* par celui qui le découvrit dans la baie d'Hudson, Jeremie, par Drage, Doffs, Ellis, Hearne et tous les explorateurs des régions arctiques dans notre siècle. Il fut aussi mentionné sous ce vocable par Pennant, qui donna des figures admirables du mâle et de la femelle, et par Buffon. Il fut appelé *Bos moschatus* par Gmelin, Zimmermann, Schreber, Blumenbach, Shaw et Cuvier, qui lui applique aussi l'épithète de *Buffle musqué*. De Blainville, d'autre part, considérant cet animal comme intermédiaire entre le bœuf et le mouton, changea *Bos moschatus* en *Ovibos moschatus*, en quoi il fut suivi par Desmarets, sir S. Richardson et Lartet. Enfin, sir R. Owen pensant qu'il était apparenté au buffle du cap de Bonne-Espérance *(Bubalus caffer)* en fit le *Bubalus moschatus*.

Quoi qu'il en soit, le terme d'*Ovibos moschatus* est le nom à conserver.

II. *Description.* La tête de l'Ovibos est grande et large. Les narines sont oblongues, inclinées l'une vers l'autre de haut en bas ; leurs bords internes sont couverts de poils courts et sont séparés à leur base par un espace d'environ deux centimètres. Le reste de l'extrémité du nez, la partie médiane de la lèvre supérieure et la plus grande partie

de la lèvre inférieure, ainsi que le menton, sont revêtus de poils courts, serrés, d'un blanc jaunâtre ; sa lèvre supérieure ne montre pas la moindre trace de mufle. Ces caractères seraient, à eux seuls, suffisants pour éloigner notre animal des bœufs ou des buffles et le rapprocher des moutons et des chèvres. Les oreilles sont petites, dressées, pointues et dilatées au milieu. Le pelage brun sombre du milieu du front est long et raide, celui des joues est souple et pendant ; il forme, avec celui de la gorge, une longue barbe. Les cornes, droite et gauche, se touchent à la base dans les vieux mâles, et s'étendent sur tout le sommet de la tête. Chacune d'elles, après s'être dirigée latéralement, descend, entre l'œil et l'oreille, jusqu'au niveau de la bouche et remonte ensuite à la hauteur du premier. La partie basilaire est d'un blanc mat, à section ovale et d'une structure fibreuse ; la partie moyenne est lisse et brillante ; la pointe est noire. Chez les jeunes mâles et les femelles, les cornes ne se rejoignent jamais sur la ligne médiane. Les poils de la gorge et du poitrail sont longs et droits et, avec ceux du menton, ils contribuent à former la barbe, qui est plus courte chez la femelle que chez le mâle. Le cou est court et couvert de poils frisés d'un brun grisâtre ; mais ce poil devient droit sur les épaules et y forme l'apparence d'une bosse comme celle de l'Yack. Sur le dos et les hanches, il est très long, mais rabattu jusqu'à mi-jambes. Au milieu du dos, il est d'une couleur plus claire et un peu plus court. La queue, de 6 centimètres de long, est entièrement cachée par le long poil des hanches ; sa brièveté sépare l'Ovibos du bœuf, du buffle ou du bison. Le corps est protégé contre le froid par une toison brun cendré qui, selon Hearne, disparaîtrait pendant l'été. Jeremie avait des gants de cette laine aussi souples et aussi brillants que de la soie. Les jambes, dépourvues de laine, sont courtes et fortes, terminées par des sabots asymétriques, l'externe étant arrondi et l'interne pointu. L'animal,

comme son nom l'indique, exhale une odeur de musc. Le nombre de ses mamelles est de deux, au lieu de quatre, et il n'a pas de fanon ; deux points par lesquels il se sépare du bœuf, du buffle et du bison, pour se rapprocher des moutons. Il n'y a pas jusqu'à la forme des excréments qui ne l'éloigne des premiers pour le rapprocher des derniers. La période de gestation est pourtant de neuf mois, comme dans les vrais bœufs. L'accouplement a lieu en août et les jeunes naissent en mai ou juin suivant.

Voici les dimensions de deux spécimens :

	MALE	FEMELLE
Depuis les cornes jusqu'à la racine de la queue. .	1m,75	1m,40
Du sabot de devant au sommet de l'omoplate . .	1,15	1,10
Du sabot de derrière au sommet du dos (verticalement	1,05	—
Longueur de la queue	0,06	—
Longueur d'une corne	0,55	0,48
De la pointe d'une corne à celle de l'autre . . .	0,65	0,55

III. *Position dans le règne animal.* L'Ovibos est un mammifère monodelphe et, de plus, un *Ongulé*, c'est-à-dire un animal du groupe du cheval, du tapir, du rhinocéros, de l'hippopotame, du cochon et des ruminants.

Nous avons dit plus haut qu'on avait partagé les Ongulés en deux grandes subdivisions : les *Imparidigités*, tendant vers une patte à un seul doigt, et les *Paridigités*, tendant vers une patte à canon, se comportant comme s'il n'y avait qu'un seul doigt, mais composée en réalité de deux doigts soudés. L'Ovibos est un Paridigité.

Les Paridigités comprennent, d'ailleurs, l'hippopotame, les cochons et les ruminants dans la nature actuelle, plus un grand nombre de formes éteintes dont il n'est pas nécessaire de parler ici. W. Kowalevsky a encore distingué, dans les Paridigités : les *Bunodontes*, c'est-à-dire ceux dont la surface des molaires est tuberculeuse (hippo-

potame, cochons) ; et les *Sélénodontes*, c'est-à-dire ceux dont la surface d'usure des molaires montre des sortes de croissants (ruminants). L'Ovibos est un Sélénodonte.

Dans les Sélénodontes, on a séparé : les Tylopodes, les Tragulidés et les Cotylophores. Les *Tylopodes* sont les chameaux, avec lesquels l'Ovibos n'a rien à faire.

Les *Tragulidés* (appelés faussement daims musqués, puisque le daim musqué *(Moschus)* est un véritable Cotylophore) constituent un type très ancien de ruminant, ayant encore conservé un assez grand nombre de caractères primitifs dans la forme des pattes, de l'estomac, le placenta, le cerveau, etc. Ils sont maintenant limités à l'Asie méridionale et à l'Afrique. Leurs représentants les plus intéressants sont : *Hyæmoschus* et *Tragulus* (Chevrotain).

Les *Cotylophores* ou *Ruminants* proprement dits, ont l'estomac typique que chacun connaît. On peut y distinguer plusieurs types :

En premier lieu, celui du daim musqué *(Moschus)*, où il n'y a pas de cornes ; puis, ceux où il y a des cornes. L'Ovibos rentre dans les formes cornues.

Parmi ces derniers, il faut encore remarquer que certains perdent leurs cornes (Cervidés), tandis que d'autres les conservent; l'Ovibos est dans ce dernier cas.

Maintenant, dans les Ruminants à cornes persistantes, il y a ceux dont l'axe osseux est recouvert d'une corne (matière cornée) *(Cavicornes)* et ceux où cela n'a pas lieu (Girafe). L'Ovibos se place dans les premiers.

Enfin, les Cavicornes offrent quatre types principaux : celui de l'antilope, celui du mouton, celui de la chèvre et celui du bœuf. L'Ovibos n'a rien à faire avec les antilopes et les chèvres.

On a cru longtemps que c'était une espèce de bœuf (d'où son nom de Bœuf musqué) ; cependant, son squelette, l'absence de mufle et de fanon, les narines poilues, la brièveté de la queue, le nombre des mamelles, le manque

de symétrie des sabots et jusqu'à la forme du crottin, tout montre que c'est un vrai mouton.

IV. *Mœurs et habitat actuels.* L'Ovibos est, à présent, confiné dans les régions arctiques du continent américain, où il existe sur le sol désolé borné à l'ouest par la rivière Mackenzie, avec les Esquimaux, le Renne, l'Ours, le Lemming, le Spermophile et le Lièvre. La rivière Mackenzie serait sa limite la plus occidentale, selon sir John Richardson; mais comme, d'après le capitaine Beechey, il est connu des Esquimaux de la baie d'Escholtz, il est probable qu'il s'étend encore plus loin vers l'ouest. Il ne descend jamais au-dessous de 57° de latitude nord. Bien que M. Boyd-Dawkins nous dise qu'il n'existe pas au Groënland, nous savons qu'une expédition boréale prussienne en a tué un certain nombre sur la côte orientale de cette contrée, par 75° lat. N.

L'Ovibos est sociable; il vit en troupeaux qui, selon M. Hearne, peuvent s'élever à quatre-vingts ou cent têtes de bétail, et ne renferment cependant pas plus de deux ou trois mâles adultes. Il se plaît dans les sols pierreux ou montagneux, et grimpe sur les rochers avec une sûreté qui rappelle les chèvres. Il semble préférer l'herbe comme nourriture; toutefois, lorsqu'il ne peut en avoir, durant l'hiver, il se rabat sur la mousse et les rameaux tendres des conifères. Il est capable de supporter le froid intense d'un hiver arctique ; car la grande quantité de crottin, observée par M. Hearne sur la neige, près de l'embouchure de la Coppermine, montre que la localité a été habitée par l'Ovibos pendant l'hiver de 1770-71. Généralement néanmoins, comme les autres mammifères arctiques, il se livre à des migrations qui sont réglées par les saisons.

V. *Distribution à l'état fossile.* A l'état fossile, l'Ovibos forme une couronne autour du pôle nord ; il habitait jadis la Sibérie, l'Europe jusqu'aux Alpes et aux Pyrénées, ainsi que le nord de l'Amérique.

Les premiers spécimens découverts en *Sibérie* furent

décrits par le célèbre naturaliste russe Pallas (1772). Ils provenaient : l'un, des bords de l'Obi ; l'autre, d'une toundra située non loin de là. Pallas les rapprochait du *Bubalus caffer*, mais son contemporain Pennant les détermina correctement. En 1809, le comte Rouminatzow trouva un troisième crâne, à l'embouchure de la Yana, avec les cornes conservées et complet à l'exception des naseaux et des prémaxillaires. M. Ozertokowsky le décrivit.

En *Allemagne*, l'Ovibos a été rencontré en quatre localités. Von Baer, en 1823, dans son discours à l'université de Königsberg, en mentionne un, sous le nom de *Bos Pallasi*, comme ayant été recueilli à Neugartenthor (Prusse). Giebel signala, en 1846, un crâne des environs de Merseburg. Quenstedt en nota un des faubourgs méridionaux de Kreuzberg (1836). Enfin, le professeur Schmidt, de l'université d'Iéna, en décrivit un autre, extrait des alluvions de la Saale (1863).

En *France*, une dent, trouvée par l'abbé Lambert en 1859 et déterminée par Lartet, dans un gravier de l'Oise, à Viry-Noureuil, près de Chauny, fut la première pièce rencontrée. Quelque temps après, un crâne fut encore découvert à Précy, dans la même vallée ; c'était celui d'une femelle. Enfin, en 1864, MM. Lartet et Christy retirèrent des os d'Ovibos dans la caverne de la Gorge d'Enfer, en Périgord.

En *Angleterre*, le révérend Charles Kingsley et sir John Lubbock découvrirent dans le gravier de la Tamise, près de Maidenhead, en 1855, le crâne d'un mâle adulte que sir Richard Owen appela incorrectement *Bubalus moschatus*. En outre, sir John Lubbock fut assez heureux pour exhumer du gravier de Green Street Green, près de Bromley (Kent), un fragment du crâne d'un autre mâle. M. Charles Moore, à son tour, en trouva deux dans le gravier de l'Avon à Freshford, près Bath. M. Lucy recueillit la portion basilaire d'un quatrième à Barnwood, près Gloucester. Le Dr Blackmore en obtint un nouveau

dans le gravier de Fisherton. MM. Boyd-Dawkins et Flaxmann Spurrell en recueillirent un septième à Crayford (Kent).

En *Belgique,* des restes d'un mâle adulte furent retirés dans une tranchée, à l'intérieur de couches de l'âge du Mammouth, près de Tirlemont. Ces restes sont actuellement au musée de Bruxelles.

En *Amérique,* on en rencontra, notamment dans la baie d'Eschscholtz, dans la presqu'île d'Alaska.

L. Dollo.

ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE

DE L'AFGHANISTAN

(Suite)

III

HYDROGRAPHIE DE L'AFGHANISTAN.

Les régions afghanes que nous venons d'esquisser sont arrosées par quelques rivières généralement peu importantes.

Ces rivières appartiennent à cinq bassins : le bassin du nord ou de l'Oxus (dépression aralo-caspienne), le bassin de l'est ou de l'Indus, le bassin de l'ouest ou du lac Hamoun ou Séistan, le bassin du sud ou de la Lora, enfin le bassin central ou du lac Abistada, beaucoup moins étendu que les quatre autres.

Les deux premiers sont des bassins ouverts ou d'écoulement, dont les eaux se déversent dans la mer. Les trois derniers sont des bassins fermés, dont les eaux ne trouvent à s'épancher que dans des lacs situés à l'intérieur ou en dehors du territoire afghan.

Ces bassins fermés peuvent paraître chose étrange,

mais ils ne sont pas les seuls qu'on rencontre dans les contrées asiatiques. Il faut y joindre les lacs Balkasch, Lob-Nor, etc.

De tout le réseau fluvial afghan, le Caboul seul est tributaire de l'Océan par la voie de l'Indus.

Essayons de déterminer les limites de ces bassins, sans vouloir toutefois donner à ce travail la précision à laquelle on pourrait prétendre dans la fixation d'un bassin européen.

A l'Oxus appartiennent les régions situées au nord de l'Hindou-Kouch, du Koh-i-Baba et du Siah-Koh.

L'Indus reçoit les eaux des pentes méridionales de l'Hindou-Kouch, des versants orientaux du Pagman et des monts Soulaïman-Dagh, enfin des arêtes courant au nord de Gazni.

La Lora draine une partie du Béloutchistan et la plaine de Pishin qu'encadrent le Khodja-Amran, les monts Toba et Takatou et quelques autres hauteurs.

Le bassin de Gazni est formé à l'ouest par le Gul-Koh, au nord par le Scher-Dahan, à l'est par le Soulaïman-Dagh occidental. Des ramifications de cette dernière chaîne le limitent au sud par environ 32° de latitude nord.

Le Siah-Koh, le Koh-i-Baba au nord ; le Pagman, le Gul-Koh, et diverses arêtes parallèles au Soulaïman-Dagh à l'est ; au sud, des hauteurs le séparant du Hamoun-Méchid et du Hamoun-Lora ; enfin, à l'ouest, les montagnes de la Perse déterminent approximativement le bassin du lac de Séistan.

La plupart des rivières qui alimentent ces bassins roulent peu d'eau et assez bien de sable. On ne possède d'ailleurs que peu de renseignements sur le débit de leurs eaux. Ce débit est sujet, d'après les saisons, à de nombreuses et brusques variations. En hiver, bon nombre de cours d'eau se dessèchent et deviennent guéables. Puis arrive, au commencement du printemps, la fonte des neiges, les lits grossissent, charrient sable et eau en

abondance et arrêtent soudain le voyageur déconcerté.

Le capitaine Le Marchand voit là « une des causes qui rendent la suite des opérations militaires souvent difficile et toujours délicate (1) » en ces régions.

Même à l'époque des fortes crues, les rivières afghanes ne sont guère navigables; l'Hilmend et le Caboul seuls peuvent porter des bateaux d'assez fort tonnage. Il est fâcheux, pour un pays où les voies de communication laissent tant à désirer, qu'on ne puisse tirer meilleur parti de ses cours d'eau. Ce serait une source de revenus pour le gouvernement et de richesses pour le commerce, l'industrie et l'agriculture de l'Afghanistan.

Ce qui contribue surtout à affaiblir la masse des eaux, ce sont les nombreuses saignées que les indigènes pratiquent aux rivières pour la fertilisation de leurs terres. Les eaux sont conduites dans les campagnes par des canaux dont plusieurs constituent, sans exagération, de véritables travaux d'art. Il est bien entendu que ce système d'irrigation ne se pratique que dans le cours moyen et inférieur des rivières, et jamais dans leur cours supérieur où le pays est fécondé par les torrents descendus des montagnes.

Chose caractéristique pour les deux bassins ouverts de l'Afghanistan, la plupart des rivières qui devraient grossir l'Oxus ou l'Indus se perdent dans les sables ou les graviers, et l'évaporation finit par absorber ce que les riverains n'ont pu leur arracher.

Le bassin de l'Amou-Daria (l'Oxus de l'antiquité, le Djihoun de la Bible) nous paraît particulièrement intéressant et, si nous nous attardons quelque peu à l'étudier, c'est que là, sans aucun doute, se décideront tôt ou tard les destinées du pays et du peuple afghan.

L'Oxus est un cours d'eau important. Il donne lieu,

(1) *Bulletin de la Réunion des officiers*, 1879, p. 1044.

entre savants, à de nombreuses controverses qui portent principalement sur la recherche de son ancien lit; car on sait que l'Oxus, aujourd'hui tributaire de la mer d'Aral, l'était, il y a quelques siècles, de la Caspienne.

Sorti du lac Sar-i-Kul ou Victoria, situé au sud-est du Pamir à 13 900 pieds ou 4236 mètres d'altitude, ce fleuve porte, depuis sa source, découverte en 1838 par le lieutenant Wood, de l'armée anglaise, jusque près de son confluent avec l'Ak-Séraï, le nom de Pendja, c'est-à-dire, les cinq rivières. « Il est ainsi appelé parce que cinq affluents lui ont déjà payé tribut au moment où il descend du Pamir (1). »

Le plus puissant de ces cinq tributaires est le Murghabi.

Il descend du lac Oï-Kul, situé au sud-est du Sar-i-Kul à 13 100 pieds d'altitude, et traverse le district de Rochan. Ses eaux, dont le débit est plus considérable que celui du Pendja, sont boueuses et rougeâtres (2).

En 1874, à la suite de l'exploration du capitaine Trotter, qui voyait dans le Murghabi la branche principale de l'Oxus, sir Henry Rawlinson engagea le gouvernement anglais à reviser le traité conclu en 1873 (3) avec le cabinet de Saint-Pétersbourg et à reculer jusqu'au Murghabi le tracé de la frontière afghane. Le cabinet de Saint-James n'a pas suivi sir Henry Rawlinson dans ses revendications; mais l'émir de Caboul, se souvenant sans doute des arguments du savant anglais, n'hésita pas en 1882 à s'emparer du Chignan.

Limite septentrionale du Badakchan et du Kunduz, ou plus généralement du Turkestan afghan, l'Oxus se précipite avec la rapidité d'un torrent, vers le sud-ouest, en parcourant un pays de montagnes et de vallées. Mais « à

(1) R. P. Van den Gheyn, *Revue des questions scientifiques*, 20 octobre 1883, p. 391.

(2) R. P. Van den Gheyn, *loc. cit.*

(3) D'après ce traité, l'Amou-Daria devait former, de sa source à Khodja-Saleh, la limite septentrionale de l'Afghanistan.

peu près à la hauteur de Balk, l'ancien Bactres, qu'il laisse à une vingtaine de lieues sur sa rive gauche, il commence à prendre une marche plus lente et une direction générale vers le nord-ouest ; il entre en Boukharie, traverse le khanat de Khiva et se jette dans le sud de la mer d'Aral » (1), en formant un vaste delta.

Parmi les localités, baignées sur son parcours, nous voyons : Khodja-Saleh, point extrême de la frontière afghane (2) ; Kerki, où Vambery donne au fleuve une largeur de 823 yards (3) avec une profondeur de 19 mètres ; Tchardjouï, station du chemin de fer transcaspien, qui doit être poussé jusqu'à Samarcande.

A sa sortie du Pamir, l'Oxus reçoit à gauche le Koktcha, qui arrose Fairabad pendant sa course à travers le Badakchan et est formé de deux tributaires issus de l'Hindou-Kouch. Par le plus occidental de ces tributaires on arrive à la passe de Kawak, vers 70° long. E. Gr.

Les ruisseaux qui composent le tributaire oriental, le Vardosch, permettent d'atteindre les passes de Dora, Nuksan et la ville d'Iskachim (4) dans le Wakhan, où l'on arrive par une brèche de plus de 3000 mètres d'altitude.

Vers 66° 30′ long. E. Gr., voici venir du nord-est le Surk-ab, rivière boukharienne, l'affluent septentrional le plus important de l'Oxus. Nous n'avons pas à en parler dans ce travail consacré à la géographie afghane.

Un peu plus en aval, au confluent de l'Ak-Séraï, l'Oxus, appelé jusque là Pendja, prend le nom d'Amou-Daria qu'il conserve jusqu'à son embouchure.

L'Ak-Séraï ou Kunduz est formé par la réunion de l'Inder-ab et du Surk-ab, qui naissent au Kawak et au

(1) Barthélemy Saint-Hilaire, *L'Inde anglaise. Son état actuel, son avenir*, p. 12. Paris 1887.

(2) D'après Burnes, la largeur du fleuve est ici de 450 mètres et sa profondeur de 6 mètres.

(3). Ou 752 mètres. *Voyage d'un faux derviche* etc.

(4) Wilhelm Geiger, *Ostiranische Kultur in Altertum*, 1882, p. 20.

Tchibr-Pass à l'est de Bamian. Il sillonne le khanat de Kunduz et est le dernier affluent afghan qui grossit l'Oxus. A l'est de l'Ak-Séraï, la vallée du fleuve est riche et fertile et forme contraste avec le désert qui s'étale, à l'ouest, hérissé de plusieurs fortins.

Après avoir reçu divers affluents sur sa rive droite, le fleuve se déverse par plusieurs bouches dans la mer d'Aral.

L'eau de l'Oxus est claire et limpide ; elle coule sur un lit formé de sable, recouvert d'une faible couche de limon (1). Au printemps et au commencement de l'été, après la fonte des neiges dans le plateau de Pamir, le tirant d'eau atteint cinq à six mètres ; en automne et en hiver, il descend à Tchardjouï à deux ou trois pieds.

Malgré cette faible profondeur, malgré la rapidité du courant, malgré les bancs de sable dont son lit est parfois encombré, le fleuve est cependant navigable du confluent de l'Ak-Séraï à la mer d'Aral.

La navigation ne se fait pour le moment que sur des caïques, longues barques, pouvant transporter 40 passagers ou 600 pouds (9816 kilogrammes) de marchandises.

Quant à la navigation à vapeur, elle y est possible sur un parcours de onze cents kilomètres, de l'Aral à Kilif, à l'est de Khodja-Saleh, pour des bateaux ne calant pas plus de deux pieds et demi (2).

Pour résoudre la question d'une façon pratique, le cabinet de Saint-Pétersbourg a fait construire, en octobre 1886, trois navires destinés à la navigation sur l'Amou-Daria : deux vapeurs en acier, longs de 149 pieds 6 pouces, larges de 23 et d'une vitesse de 12 nœuds, et une grande barge destinée à être remorquée et pouvant transporter 10 000 pouds de marchandises (3).

« Ces trois bâtiments seront construits de manière à

(1) Edgard Boulangier, Tour du monde. *Voyage à Merv*, 1887.
(2) Edgard Boulangier, *loc. cit.*
(3) Pour Vambery, l'Oxus ne sera jamais une grande voie commerciale.

résoudre le double problème, de navigation dans des eaux très peu profondes et d'une capacité de transport aussi grande que possible. Ils devront servir de traits d'union entre les sections du chemin de fer transcaspien séparées par l'Amou-Daria (1). »

D'après le professeur Klöden (2), le cours de l'Oxus a un développement total de 1521 kilomètres, et la distance à vol d'oiseau de sa source à l'embouchure est de 1462 kilomètres.

La superficie de son bassin est de 520014 kilomètres carrés.

Nous venons de voir que l'Ak-Séraï est la dernière rivière méridionale qui aille grossir l'Amou-Daria. Tous les autres cours d'eau qui descendent des montagnes afghanes et qui appartiennent au bassin de ce fleuve se perdent dans les sables. Le plus grand et le plus important, mais non le mieux connu, est l'Héri-Rud : ce nom persan signifie « rivière de Héri ». Héri est l'ancien nom de Hérat ; il a été en usage jusqu'au XVIe siècle (3).

L'Héri-Rud se forme à l'altitude de 9500 à 10000 pieds (4), soit 3048 mètres, au point de soudure du Koh-i-Baba avec le Sefid-Koh et le Siah-Koh par environ 34° 50′ lat. N. et 66° 20′ long. E. Gr. La distance de ce point jusqu'à Hérat est de 376 kilomètres.

Dans la partie supérieure de son cours, la rivière suit une vallée fort droite et bien limitée, tant au nord qu'au sud, par des rangées de montagnes. Grossie de plusieurs torrents et ruisseaux, elle passe à Obeh, puis au sud de Hérat. En aval et à 40 kilomètres environ de Kushan, elle rencontre les montagnes de la Perse, qui la font brusquement dévier vers le nord. Jusqu'à ce point, la direction était est-ouest.

(1) *Gazette géographique*, 1886, p. 377.
(2) *Bulletin de la Société de géographie de Berlin*, 1885, n° 120.
(3) Vambery, *Proceedings*, 1885.
(4) W. W. Hunter, *The imperial Gazetteer of India*. London 1885, seconde édition, p. 33.

De Kushan à Sarakhs qu'il arrose, l'Héri-Rud longe la frontière persane. Sur ce parcours, il coule dans la brèche de 20 verstes (1) qui sépare les Kargala des monts Borkhout, et reçoit au sud de Zulficar le Djam-Rud, originaire des monts Binalud, et au nord de Pul-i-Khatoum le Kachaf-Rud, qui passe à 10 kilomètres au nord de Meched, route des eaux salées (2), entre de petites falaises d'alluvion et n'est séparé des sources de l'Atrek que par un seuil peu important d'une altitude de 1200 mètres. A Sarakhs la rivière prend le nom zend de Tedjend « fleuve ». Elle se dirige vers le nord-ouest, passe à Karibend, où se trouve une forte digue, et tarit dans les sables du désert de Karakoum. Pour MM. Bonvalot et Capus, ce n'est pas le désert : le *Saksaoul* et les *Calligonum*, le premier atteignant jusqu'à quatre mètres de hauteur, donnent au paysage l'aspect d'une forêt, mot que les Russes emploient pour désigner la végétation de *Saksaoul*.

L'Héri-Rud est très poissonneux ; son lit est formé de gros cailloux et parfois d'argile ; l'eau, quoique chargée de limon, est potable (3) et n'a pas mauvais goût.

A l'époque des crues, de janvier au mois d'avril (4), le volume d'eau de l'Héri-Rud est considérable, — il est double de celui du Mourgab —, et son courant assez rapide ; d'où grandes difficultés, voire même danger pour le passage.

MM. Bonvalot, Capus et Pepin, qui depuis 1886 explorent pour la seconde fois l'Asie centrale, n'ont pas mis moins de trois quarts d'heure (5) pour le traverser à gué en face de Sarakhs. Ce temps peut paraître exagéré, mais il convient de tenir compte des difficultés inhérentes à une opération toujours délicate et de la largeur de la rivière, qui est de

(1) Gospodin Lessar, *The Scottish Geographical Magazine*, may 1885.
(2) *Compte rendu de la Société de géographie de Paris*, 1887, p. 17.
(3) Lessar, *loc. cit.*
(4) Lessar, *loc. cit.*
(5) *Journal des Débats*, mardi 2 novembre 1886.

15 à 20 sagènes (1) de Kushan à Pul-i-Khatoum et augmente à mesure qu'on descend vers l'embouchure.

Dès le mois d'avril, les gués n'ont plus que $1^{m},20$ et redeviennent praticables ; de mai à fin d'octobre, leur profondeur est même réduite à rien en maints endroits.

En hiver le Tedjend est à sec et l'on est contraint, pour s'abreuver, de creuser des puits de quelques mètres ; quant à l'Héri-Rud, il est alimenté à certaines places, notamment au nord de Pul-i-Khatoum, non plus par l'eau qui descend des montagnes, mais par des sources souterraines (2).

De toutes les vallées de l'Asie centrale qui s'étendent au sud de l'Oxus, celle de Hérat est la plus remarquable. Elle doit son importance à son climat et aux nombreuses irrigations pratiquées aux dépens de l'Héri-Rud.

Pour faciliter les irrigations, les Afghans n'ont pas hésité à construire, en amont de Hérat, une puissante digue, qui règle l'alimentation des canaux destinés à porter aux campagnes leur élément fertilisant. Le succès a pleinement couronné les efforts des hydrographes afghans.

D'Obeh à Kushan, la vallée présente l'aspect d'un vrai parterre de deux cents kilomètres de longueur et d'une dizaine de largeur sur chaque rive. On rencontre cependant quelques terrains en friche (3).

Les potagers et les arbres fruitiers (mûrier, pistachier, vigne, etc.) émaillent les jardins, tandis que dans les campagnes poussent le blé, l'orge, le trèfle, etc., et que s'étalent, le long des rives du cours d'eau, de belles prairies auxquelles l'inondation annuelle apporte, comme fumure, le limon suspendu au sein du flot bienfaisant.

La région cultivée ne s'étend que jusqu'à Kushan. De ce point jusqu'à Kassab-Kala, en amont de Pul-i-Khatoum,

(1) La sagène vaut $2^{m}13$. Lessar, *loc. cit.*
(2) Lessar, *loc. cit.*
(3) Major Holdich, *Proceedings*, 1885.

espace sur lequel la rivière est bordée de collines, il n'y a pas d'apparence de culture (1).

La vallée de l'Héri-Rud est dans toute sa splendeur en été et au printemps. En hiver, les vents froids du nord-ouest balaient ses plaines et cachent sous une épaisse couche de sable toute trace de sa remarquable fécondité (2).

Cette vallée, dont la Russie détient déjà une partie, est considérée comme la vraie route des Indes.

Le rival en importance de la rivière de Hérat est le Mourgab. D'après Vambery, ce mot signifie littéralement « l'eau ailée » *the bird water*, par allusion à la grande vitesse du courant (3).

Le Mourgab, qui prend sa source sur le versant septentrional du Sefid-Koh, coule entre cette chaîne et le Tirband-i-Turkestan. Après s'être enrichi de nombreux torrents, il passe à Bala-Mourgab, à Meroutchak, où il quitte la région montagneuse pour entrer en pays plat, à Penjdeh, à Iol-Otan et enfin à Merv, entourée, sauf au sud, de solitudes immenses ; au delà de Merv, dont il fertilise l'oasis, il se perd dans les sables, séparé de l'Oxus par un désert d'assez grande étendue.

La rivière est encaissée sur certaines parties de son cours. Ses rives, de Bala-Mourgab à Iol-Otan, sont bordées de collines argileuses, de formation aralo-caspienne, où la végétation est clairsemée. M. Wilhelm Geiger va jusqu'à leur donner (à tort, croyons-nous) 200 mètres de hauteur (4). Les éminences de la rive gauche, partout plus basse que la droite, disparaissent dans le voisinage de l'oasis de Penjdeh, au confluent du Kouschk et du Mourgab.

Grâce à la pente considérable du fond, qui est formé de

(1) Lessar, *loc. cit.*
(2) Major Holdich, *loc. cit.*
(3) *Proceedings*, 1885.
(4) Muséon, 1883. *L'Oasis de Merv*, p. 605.

sable et de dépôts d'alluvion (1), le courant est rapide et ronge fortement la rive gauche.

A une largeur moyenne de 55 à 75 mètres, répond, lors de la fonte des neiges, c'est-à-dire au printemps et au commencement de l'été, une profondeur de plus de quatre mètres; elle se réduit à un mètre à l'époque des basses eaux.

Les gués, qui se franchissent alors aisément, ne sont plus abordables à l'époque des crues périodiques. On se voit forcé d'opérer la traversée en *kaiouks* (2), grandes barques aptes au transport de quatre chevaux ou de vingt hommes. Ces nacelles se trouvent à Penjdeh et à Iol-Otan, où le fleuve est large de trente et de soixante mètres. Iol-Otan est la seule localité, sauf Merv, où un pont ait été jeté sur le Mourgab ; encore est-ce un pont à péage (3) qu'on met hors de service lors des crues.

Au commencement de l'été, le Mourgab a un volume d'eau considérable : son débit par seconde est de 300 mètres cubes ; il n'est plus que de 75 en hiver.

La quantité de limon charriée par la rivière représente un cinquantième du volume d'eau, ce qui fait pour cent jours de crue 50 000 000 de mètres cubes (4).

Ce limon se déverse sur la surface des oasis, et surtout à Merv, par des canaux d'irrigation. Par ce système, le froment donne un rendement de cent pour un.

Si l'on reconstruisait à Merv la digue de Sultan-Bend, détruite en 1874 et qui avait pour effet de régler les inondations annuelles du Mourgab, l'aire des terres cultivées serait agrandie de 150 000 hectares arrosés artificiellement. Elle pourrait être portée plus tard à 600 000 hectares (5).

(1) Sir Peters Lumden, *Proceedings*, 1885.
(2) Lessar, *The Scottish Geographical Magazine.*
(3) Lessar, *loc. cit.*
(4) Général Annenkof, *Compte rendu de la Société de géographie de Paris*, 1886, p. 131.
(5) Général Annenkof, *loc. cit.*

Comme l'Héri-Rud, le Mourgab est fort poissonneux, mais sans aucun profit pour les riverains, qui attribuent gratuitement au poisson de cette rivière la propriété d'engendrer des fièvres.

La vallée du Mourgab est plus élevée que celle du Tedjend et de l'Amou-Daria. D'après M. Lessar, les nombreuses ruines qui jalonnent ses rives prouvent que la vallée a été un centre de population et de commerce important. Le savant voyageur n'hésite pas à affirmer que ces rives offriraient à ceux qui s'y établiraient beaucoup plus de ressources que celles de l'Héri-Rud.

De sa source à son embouchure, la rivière ne traverse que trois oasis bien cultivées : Merv, Iol-Otan et Penjdeh.

Le Mourgab est alimenté par plusieurs affluents dont les plus importants sont le Kach et le Kouschk.

Un mince filet d'eau, issu du Zirmust Kotal, sur le versant septentrional du Sefid-Koh, donne naissance au Kouschk. La rivière passe par la ville de même nom, et reçoit sur sa rive gauche, à Kara-Tépé, le Maghur et, à Tchemeni-Bid, l'Egri-Gueuk ou Dahna-Islam. L'Egri-Gueuk est formé du Gourlen et du Khombou-Sou, longs chacun d'une centaine de kilomètres et originaires de Gourlen et de la passe de Khombou (1). Ces deux rivières, découvertes et reconnues par M. Lessar en 1884, confluent au sud-est-est d'Ak-Robat sous le nom d'Egri-Gueuk ; leurs eaux sont très salées sur tout leur parcours, sauf dans le Gourlen supérieur.

Le Kouschk, ainsi augmenté, continue sa route vers le nord, pour baigner Kaléi-Mor et Pul-i-Khisti, ou selon la dénomination turcomane Dach-Kepri « pont de pierre » (2). En aval de cette localité, il se jette dans le Mourgab.

Pierreux de sa source à Kaléi-Mor, le lit du Kouschk devient bourbeux (3) au delà de ce point.

(1) Lessar, *The Scottish* etc.
(2) Vambery, *La lutte future pour la possession de l'Inde*, p. 109.
(3) Lessar, *loc. cit.*

L'eau est généralement limpide et potable sauf après de grandes sécheresses ; elle devient alors légèrement saline. Au printemps, elle est toujours abondante.

Sur ses rives et celles de ses sous-affluents, le Gourlen et le Khombou-Sou, on trouve de nombreuses sources d'eau douce.

La vallée du Kouschk est surtout cultivée en aval de Kaléi-Mor. Les Sarikhs s'y adonnent, les uns à l'élevage, les autres à la culture des champs.

Le complet desséchement de la rivière, surtout au commencement de l'été, est une ruine pour les indigènes.

Le Kach se forme lui aussi sur le Sefid-Koh. Il se dirige du sud au nord, passe à Kaléi-Nau et se jette dans le Mourgab en amont de Penjdeh.

Il a un faible débit d'eau, généralement saumâtre et employée à l'alimentation de petits canaux d'irrigation. En été, il est fréquemment à sec.

A Kaléi-Nau, la vallée est très salubre ; les habitants sont prospères et propriétaires de grands troupeaux de moutons (1). La même situation se remarque à Kouschk, où l'on fait de belles récoltes.

En février, la vallée inférieure du Kach est envahie par les Saryks, qui viennent labourer la terre. La moisson donne de beaux rendements, mais ils sont insuffisants pour l'entretien des habitants de l'oasis de Penjdeh, qui font venir leur froment de Méimené ou d'un autre point du Turkestan afghan.

Parmi les autres cours d'eau appartenant au bassin de l'Oxus, nous citerons pour mémoire, vu leur moindre importance : le Koulm, le Balk ou Dehas, le Saripoul, le Nari, etc., qui arrosent divers kanats du Turkestan.

Après la prise de Penjdeh par les Russes en 1885, les cabinets de Londres et de Saint-Pétersbourg ouvrirent des

(1) Lessar, *loc. cit.*

négociations, qui aboutirent à la fixation d'une ligne frontière allant de Zulficar à Khodja Saleh (1). Cette frontière sera-t-elle définitive ? Nous ne le croyons pas, s'il est vrai que le passé soit l'image de l'avenir. De temps immémorial, c'est presque une loi historique, les peuples devenus maîtres du nord d'un continent tendent naturellement à descendre au midi, vers les pays du soleil. « Les barbares venus de la Germanie et de la Scythie ont dévasté l'empire romain ; dans l'Hindoustan et dans la Perse, les hordes de Gengis-Khan et les Mongols de Baber n'ont pas fait autre chose. Aujourd'hui, les Russes font comme eux, sans qu'on puisse dire qu'ils les imitent. Ils cèdent simplement au même instinct ; mais, jouissant d'un gouvernement mieux organisé, ils procèdent à la conquête d'une façon systématique ; et, en y mettant un peu de prudence, ils avancent sans avoir presque jamais à reculer (2). » Ainsi ont-ils agi dans le district au nord de Hérat, où leurs progrès datent d'hier. En 1884, ils se font céder Sarakhs par la Perse et acceptent la soumission spontanée des précieuses oasis de Merv et de Iol-Otan, tandis qu'en 1885 ils s'emparent, sans qu'il leur en coûte beaucoup de sang, de l'oasis de Penjdeh, de Pul-i-Khatoum et de la région avoisinant Zulficar.

C'est comme un coin qui s'enfonce entre la Perse et l'Afghanistan et qui livre passage à la puissance moscovite. Tandis que sa rivale séculaire s'éloigne de la mer Caspienne et de Sarakhs, dont elle connaît l'importance, la Russie agrandit son empire et se rapproche à la fois du pays afghan, sur lequel elle pèsera de toute son influence, et des riches plaines de l'Inde et de la mer libre, si désirée par Pierre le Grand. En présence de cette situation, il est permis de croire que l'œuvre de la diplomatie, si sage soit-elle, n'a pas scellé entre les deux

(1) Les travaux de la commission mixte de délimitation ne sont pas encore complètement achevés.

(2) Barthélemy Saint-Hilaire, *L'Inde anglaise*, p. 10.

peuples un sérieux pacte d'amitié. La lutte n'est que suspendue, et les bords de l'Héri-Rud et du Mourgab verront encore aux prises, dans un avenir prochain, Russes, Anglais et Afghans.

Il importe, avant de quitter le bassin de l'Amou-Daria, de faire connaître le pays, la *terra incognita*, qui s'étend des monts Borkhout à l'oasis de Merv et des rives de l'Héri-Rud à celles du Mourgab. Ce vaste rectangle irrégulier, d'une altitude moyenne de 300 mètres, sillonné par plusieurs routes parfaitement connues et tracées, constitue la partie sud-ouest de la Tourkménie. Il mesure 100 verstes (1) ou 106 kilomètres de l'est à l'ouest et 265 kilomètres du nord au sud. Sir Peters Lumden lui donne 90 milles ou 145 kilomètres de largeur entre Pul-i-Khatoum et Ak-Tépé, deux localités à peu près situées sous la même latitude. Les voyageurs ne sont pas d'accord sur le nom à donner à cette contrée. M. Lessar, et avec lui les écrivains russes, croyons-nous, donnent à la partie du pays comprise entre Merv, les monts Borkhout, l'Héri-Rud, le Mourgab et la rive gauche du Kouschk l'appellation de terre des Saryks et des Salors à laquelle sir Peters Lumden consacre la dénomination de Choll (2) ; ils réservent, d'accord avec le capitaine James Abbott, l'appellation de Badkhyz à la région ondulée comprise entre le Kach et le Kouschk. M. Vambery, et sir Henry Rawlinson également, si nous ne nous trompons pas, donnent de plus grandes limites au Badkhyz. Pour eux, il s'étend de l'Héri-Rud au Mourgab et de l'Elbirin Kir aux monts Borkhout. Ils rattachent ainsi à l'Afghanistan une contrée très étendue, car « le district de Badkhyz a toujours fait partie de la province ou royaume de Hérat et aucune époque n'est mentionnée où il aurait pu dépendre de Merv, Méched ou Nicharpour (3). »

(1) Lessar, *loc. cit.*

(2) Les Afghans entendent par là un désert de sable, les Turcomans un pays ondulé et sablonneux.

(3) Vambery, *La lutte future pour la possession de l'Inde*, p. 162.

Sans discuter ici les deux opinions en présence, nous nous rangeons à l'avis de M. Lessar.

On sait que le Sefid-Koh se bifurque à l'ouest du défilé de Khombou et que l'embranchement septentrional s'arrête à l'Héri-Rud. A l'extrémité occidentale de cet embranchement se détache, pour monter vers le nord, une chaîne de collines peu élevées, presque parallèle à la rivière. Ligne de partage entre les bassins du Mourgab et de l'Héri-Rud, elle passe par Kehriz-Ilias, Koungréli, Adam-Oulen, et s'arrête à Pul-i-Khatoum. Sir Peters Lumden l'appelle Askhar-Lilan-Dagh et lui donne 1000 pieds (304 mètres) de hauteur environ (1). Par 30° lat. N, elle présente une coupure où prend naissance une nouvelle chaîne de collines, l'Elbirin Kir, d'après Lessar, le Duz Ung Kiri, d'après Lumden. C'est une suite de mamelons argileux, se profilant de l'ouest à l'est, et d'une altitude moyenne de 610 mètres. Ils forment avec une chaîne plus méridionale, haute de 760 mètres (2), la limite septentrionale de la vallée de Nimaksar ou des lacs salés d'Yar-Oïlan (3) appelés aussi Douz (4).

Les deux lacs sont situés par environ 35° 45′ lat. N. et 61° 30′ long. E. Gr. Ils sont profonds de 275 mètres et séparés par un isthme de 500 mètres d'altitude. Leur lit est formé d'une couche de sel très dure dont on ne peut apprécier l'épaisseur.

Les Merviens exploitent le sel du lac occidental, les Saryks de Penjdeh celui du lac oriental. Ces derniers en font un commerce lucratif en le vendant aux habitants de Méimené et aux Djemschidis.

A l'est des lacs salés, seule richesse minérale du district qui soit exploitée, s'étendent jusqu'au Kouchk des collines isolées dépassant le niveau moyen du sol de la région de 110 à 130 mètres.

(1) *Proceedings*, 1885.
(2) Sir Peters Lumden, *Proceedings*, 1885, p. 573.
(3) Pour le général anglais, ce mot signifie " terrain déprimé ".
(4) D'après Lessar, *Douz* signifie sel.

Au nord de l'Elbirin Kir, là où le sol est sablonneux, on rencontre de vastes pâturages; au sud, il n'y en a guère que le long des cours d'eau et particulièrement du Kouchk et du Kach, où de nombreux troupeaux de moutons trouvent une excellente nourriture. Les pâturages de Kaléi-Nau comptent parmi les plus admirables de l'Asie.

La trace d'anciens canaux permet de supposer que les vallées devaient être autrefois assez bien cultivées (1). Leur fertilité a été chantée par les anciennes légendes aryennes. Plus près de nous, jusqu'au XVIIe siècle, les archives historiques de la Perse en ont gardé le souvenir.

Les rives de l'Héri-Rud et du Mourgab sont couvertes de mûriers, de saules et de buissons de diverses espèces. A certains endroits, dit M. Lessar, ces buissons sont si épais qu'ils interdisent l'accès de la rivière aux piétons aussi bien qu'aux cavaliers..... Les arbres atteignent de belles proportions.

Le docteur G. Radde, qui parcourut ces parages en 1886, ne partage pas tout à fait cet enthousiasme : « Ce qu'on appelle les « forêts » du Mourgab et du Tedjend, dit-il (2), ne justifie d'aucune façon ce qu'on entend par ce terme, car les deux rives du Mourgab ont seulement une étroite bordure de peupliers isolés (*Populus diversifolia* ou *euphratica* découvert par Alexandre de Schrenck), qui n'atteignent pas une grande hauteur, et de broussailles hautes et épaisses parmi lesquelles domine le tamarix. A quelques endroits favorablement situés, le peuplier alterne avec l'orme commun. »

Outre ces deux essences d'arbres, on rencontre « sur les rochers de molasse du Haut-Tedjen et dans les vieilles dunes de sable de la frontière de l'Afghanistan, le pistachier (*Pistacia vera*) portant de petites noix riches en huile. » Les pistachiers ne vivent pas en groupes, mais

(1) Sir Peters Lumden, *Proceedings*, 1885.
(2) *Journal de Saint-Pétersbourg*, dans GAZETTE GÉOGRAPHIQUE, 1886, p. 211.

isolés et à de grands intervalles les uns des autres. Ils semblent aimer la solitude.

Le climat de la Tourkménie sud-occidentale est fait de contrastes.

Pendant l'été, la température est torride comme dans les plaines de l'Inde. En juillet et août, le thermomètre oscille à Merv entre 40° et 45° C. Le docteur G. Radde a constaté à Penjdeh des chaleurs de 53° à 58° à deux heures de l'après midi; la nuit, le thermomètre tombait jusqu'à 15°.

Une rafale du nord marque le commencement d'un automne qui se prolonge jusqu'en novembre ; les arbres se dépouillent de feuilles et l'aspect des oasis change complètement.

Puis vient l'hiver avec des froids rigoureux (15° à 20° C au-dessous de zéro), et de continuels ouragans du nord-est.

Le printemps (avril, mai) est peut-être la seule saison vraiment bonne, celle où quelques pluies tempèrent la chaleur et donnent un peu d'humidité à l'atmosphère (1).

Nous ne pouvons quitter le « Choll » sans signaler quelques-unes de ses localités.

Zulficar, à 326 mètres d'altitude, est le nom arabe donné à un gué et à une passe conduisant des bords de l'Héri-Rud à la plaine située au nord de Hérat. Il signifie littéralement « les deux tranchants » (2).

Pul-i-Khatoum est sur l'Héri-Rud, à 64 kilomètres de Sarakhs. Ak-Tépé (3), construite sur un mamelon, constitue, après Sarakhs, la position stratégique la plus forte et la plus importante de la contrée (4). Située au confluent du Kouschk et du Mourgab, entre lesquels s'étend un excellent steppe, Ak-Tépé commande les routes qui s'épanouissent en éventail dans la direction de Hérat, et la grande route de Perse à Méimené et à Balk.

(1) Boulangier, *Tour du monde*, 1887, p. 180.
(2) *The two edges*. Vambery, *Proceedings*, 1885.
(3) Mot turc. *Ak* blanc et *tépé* rempart.
(4) Major Holdich, *Proceedings*, 1885, p. 282.

Penjdeh, c'est-à-dire « cinq villages », est une localité située à 8 kilomètres d'Ak-Tépé, 225 de Hérat, et peuplée de Turcomans Saryks, qui tous habitent sous des kibitkas ou tentes en feutre.

Quoique battue par les vents du nord-est, l'oasis est fertile et produit, grâce à un excellent système d'irrigation, du blé, de l'orge, un riz estimé, des sésames, du coton, etc. Les chaleurs qui y règnent mirent à une rude épreuve les troupes russes cantonnées dans ces parages en 1884.

Meroutchak est la seule localité importante entre Penjdeh et Bala-Mourgab. Son fort, situé en aval du confluent du Mourgab et du Kayzar, a un assez grand développement. Bala-Mourgab, occupé par les troupes de l'émir, commande la route directe de Hérat à Méimené.

Les fortifications de ces deux villages sont de construction assez récente.

Vieux Sarakhs, à 170 mètres d'altitude (1), se trouve à 320 kilomètres de Hérat, sur la rive droite de l'Héri-Rud. C'est probablement le Syrynx de l'antiquité.

Les stratégistes le considèrent comme la clef de l'Inde. Il commande la vallée de Hérat et possède comme sol, eau et climat tous les avantages voulus pour assurer sa prospérité (2). Le colonel Mac Gregor disait que Sarakhs serait le point de défense pour l'Angleterre ou le point d'attaque pour la Russie, et de l'avis du général sir Edward Humley, un des plus grands stratégistes anglais, il y avait là une ligne de démarcation qu'à aucun prix le gouvernement anglais ne pouvait laisser franchir par les Moscovites.

MM. Bonvalot et Capus ont visité « la ville russe naissante avec ses maisons clairsemées. C'est une ville militaire, comme en avaient les Grecs en Asie, les Romains en Europe, peu de temps après la conquête. D'abord, on

(1) Colonel Stewart, *Proceedings*, mars 1886.
(2) Mac Gregor, *Journey through Khorassan*.

voit, près de la berge de l'ancien lit du Tedjend, les huttes en paille de l'hôpital préparées à l'intention des blessés de la prochaine campagne. Sarakhs n'est-il pas le poste le plus important dans la direction de Hérat ?... En avant de la longue file des baraquements des soldats,... se dresse une vaste tente blanche surmontée d'une croix : c'est l'église près de laquelle un soldat en blouse monte la garde.

» Non loin du campement... les premières boutiques à moitié enfoncées dans la terre. On y vend... tous les menus objets nécessaires à la réparation de l'habillement et de l'équipement (1). »

Sarakhs compte, avec sa garnison, plus de 3000 habitants.

Merv est la ville de l'Asie centrale dont on parle le plus depuis quelques années. C'est le Mar des Turcomans, la Margiana des Grecs. Elle est le centre d'une oasis occupée par la tribu turcomane des Merv-Tekkés.

Les écrivains orientaux, en souvenir de son glorieux passé, la gratifient du titre pompeux de reine du monde. Avant l'ère mongole, Merv était une cité fameuse. Lieu de halte des caravanes se rendant de Boukharie en Perse, elle était devenue un centre commercial et civilisateur remarquable; mais les masses de Gengis-Khan y passèrent et la bouleversèrent de fond en comble. Maintes fois on tenta de la relever de ses ruines : le général Humley mentionne les débris de quatre grandes cités. Ce fut toujours en vain ; les dévastations, les pillages et les débordements du Mourgab avaient raison de tous les efforts. Depuis 1884, c'est-à-dire depuis la soumission de l'oasis, la Russie a déplacé, sur la rive gauche, une partie de la ville, pour la soustraire aux inondations de la rivière. La nouvelle ville surgit avec une rapidité inimaginable (2).

(1) *Journal des Débats*, mardi 2 novembre 1886.
(2) *Ibid.*

Les Merv-Tekkés, qui habitent l'oasis, appartiennent à deux races principales, les Otamyschir et les Tokhtamyschir (1), divisés en quatre tribus commandées par un khan.

C'est une population de 250 000 sédentaires, « vivant, selon leur situation de fortune, sous des tentes de feutre ou sous des huttes rondes de paille, consolidées dans le bas par du mortier », et que la Russie ne tardera pas à s'assimiler « grâce à une bonté naturelle et à un laisser-aller qui attire les Orientaux, tandis que la raideur britannique les vexe et que l'inflexible minutie française les irrite (2). »

L'oasis, dont la superficie est de 5000 kilomètres carrés environ, est bien cultivée ; elle doit sa fécondité aux nombreux *aryks* ou canaux d'irrigation, alimentés par les eaux du Mourgab. On y trouve des gisements d'alun et de sel de Glauber.

Merv a de l'importance tant sous le rapport commercial que stratégique. Elle est le point de croisement de deux grandes routes de caravanes : de Boukhara à Méched à l'intérieur de la Perse, et de l'Inde à l'Asie centrale en passant par Hérat.

Par sa position sur le Mourgab, elle commande une des meilleures routes donnant accès au Sefid-Koh. Alexandre le Grand, Gengis-Khan, Tamerlan (3), en un mot tous les grands conquérants asiatiques, s'en emparèrent, ne pouvant laisser sur leurs derrières un point stratégique aussi important (4).

Le général Humley est d'avis que Merv, à 385 kilomètres de Hérat, sera une excellente base accessoire d'opé-

(1) Le *Swet*, journal russe, 1884.

(2) Bonvalot et Capus, *loc. cit.*

(3) *Tamerlan* est l'expression en usage en Europe depuis quatre siècles ; *Timour* est le nom employé dans l'Asie musulmane. Il rappelle le nom mongol de *Demour* ou *Demir*, signifiant fer, que porta le fameux fondateur de la seconde dynastie mongole. Timour a laissé différents mémoires (Nève, *Exposé des guerres de Tamerlan*, dans t. XI des Mémoires in-8° de l'Académie royale de Belgique).

(4) Vambery, *La lutte future*, etc.

rations contre la frontière afghane, la base principale étant sur la mer Caspienne.

Pendant longtemps Merv avait été considérée comme une clef de l'Inde, et son occupation par la Russie devait être un *casus belli* pour les hommes d'État anglais. En 1884, la ville s'est soumise au czar, sans qu'il en coûtât une goutte de sang aux Russes et sans récriminations aucunes de la part de l'Angleterre. Quoique sir Henry Rawlinson fût d'avis que Merv était le pivot de toute la question d'Orient, la fière Albion ne s'émut pas des nouveaux progrès de sa rivale ; c'est qu'elle avait fort à faire en Égypte avec le Mahdi, et était déjà désabusée du rôle exagéré attribué à l'oasis, qui peut être aisément tournée.

L'Indus, l'un des plus grands et des plus célèbres fleuves de l'Asie, ne joue pas un grand rôle dans la géographie de l'Afghanistan, qu'il traverse sur une courte distance dans sa partie nord-orientale.

L'Indus, appellation grecque répondant à l'hindoustani Sindh, est un fleuve himalayen. Sa source se place sur la puissante chaîne des « Monts Neigeux » par 31° 10′ lat. N. et 82° long. E. Gr.

De sa source à Iskardo, il mesure 965 kilomètres environ, qu'il parcourt dans la direction S. E.-N. O; d'Iskardo à Attock, il compte 700 kilomètres ; d'Attock, où sa largeur est de 275 mètres, à Karabagh, 175 kilomètres ; de Karabagh à Mittan Kot 595 kilomètres et enfin 755 kilomètres de Mittan Kot à la mer des Indes dans le golfe d'Oman, où il se jette par plusieurs bouches. C'est un cours de 3190 kilomètres et, à vol d'oiseau, de la source à l'embouchure, de 1617 seulement.

Son bassin a une superficie de 833 928 kilomètres carrés (1).

(1) Klöden, *loc. cit.*

La navigation sur l'Indus est fort prospère, grâce à un service régulier de bateaux à vapeur.

Si le fleuve ne coule sur le territoire afghan que depuis Gor, par 35° 30′ lat. N. et 74° 15′ long. E. Gr., jusqu'à un point situé par 34° 10′ lat. N. et 72° 50′ long. E. Gr., en revanche il reçoit les rivières qui alimentent le nord-est et l'est du pays afghan et qui descendent des pentes méridionales de l'Hindou-Kouch, du Sefid-Koh oriental et des plateaux des monts Soulaïman.

Parmi ces affluents figurent le Caboul, le Korum, le Gomul, le Nari et d'autres cours d'eau qui sont épuisés par les irrigations ou se perdent dans les sables avant de pouvoir atteindre le fleuve.

Le Caboul, le Cophès de la géographie antique, est le cours d'eau le plus important de l'Afghanistan. Son bassin est limité par l'Hindou-Kouch, le Sefid-Koh oriental, par les crêtes reliant ces deux masses, et enfin par le Lahori et les hauteurs qui bornent à l'est la vallée du Swat.

Dans ces limites, il draine le Chitral, la majeure partie du Kafiristan et le Kohistan, au nord de Caboul, nom général donné aux vallées du Gorband, du Parwan et du Pandjchir.

Le Caboul naît près de la passe d'Uniah (monts Pagman), à 3450 mètres d'altitude, où il est voisin des sources de l'Hilmend. Alimentée par le Logar, un peu en aval de Caboul, qu'elle arrose, la rivière devient rapide et son volume d'eau considérable. A 50 kilomètres plus à l'est, le Pandjchir conflue avec le Caboul. Le Pandjchir, grossi par le Gorband et le tortueux Parwan, dont les vallées sont riches en fleurs et en arbres odoriférants, descend de la brèche de Kawak. Son cours, fort sinueux, est de 110 kilomètres (1). Ces trois petits cours d'eau, sur les bords desquels s'abritent d'audacieux voleurs, arrosent la riche plaine de Daman-i-Koh.

(1) Markham, *loc. cit.*

Après s'être enrichi du Tagao, long de 145 kilomètres, le Caboul longe le district de Laghman, qui s'étale sur sa rive gauche et mesure 15 milles en largeur et 55 en longueur (1).

Voici, séparés par une distance d'une trentaine de kilomètres, deux nouveaux tributaires : l'Alishang, augmenté de l'Alingar (2), qui sillonne le Kafiristan occidental et, en amont de Djellalabad, le Kunar, principal affluent de la rivière, si l'on ne tient compte que de la longueur de son cours, 300 milles ou 482 kilomètres (3).

Le Kunar, sorti d'un petit lac au sud du Pamir, non loin du Baroghil, est alimenté par les eaux de l'Hindou-Kouch et des monts Lahori; ceux-ci le séparent de l'Yassin, qui passe à Gilgit. Dans son cours supérieur, il porte le nom de Mastoudj, puis celui de Chitral et de Kunar. Mastoudj est une localité riche en pâturages, située à 2300 mètres d'altitude. Chitral, bourg populeux, et Asmar, en avant duquel on trouve des cataractes, s'élèvent sur les bords de la rivière. La vallée est fertile, quoique l'hiver soit rigoureux et le sol couvert de neiges de novembre à mars.

Le Swat, Soastus des Grecs, est encore un important tributaire de gauche du Caboul. Il a pour affluent la Pandj-Kora, qu'il reçoit avant son entrée dans le Pendjab. En 1884, lors de l'exploration de Mac Nair dans le Kafiristan, la rivière débordait sur les deux rives.

Le sol est fécond et permet la culture du riz ; malheureusement, on dit la vallée malsaine.

Dans la partie moyenne de son cours, le Swat a quinze mètres de largeur et un mètre de profondeur (4). On le traverse au moyen de jalas, peaux gonflées, à hauteur du populeux village de Chakdara.

(1) Markham, *loc. cit.*
(2) W. W. Mac Nair, *Proceedings*, 1884, pp. 3 et seqq.
(3) Hunter, *The imperial Gazetteer of India*, p. 30.
(4) Mac Nair, *loc. cit.*

Sur sa rive droite, le Caboul reçoit les nombreux petits cours d'eau qui font la richesse de la vallée de Nangnahar ; il entre en territoire britannique par la province de Penjdab, passe au nord de Pechawer et se jette dans l'Indus en amont d'Attock.

Près de Djellalabad, se trouve le dernier gué qui permette le passage de la rivière; il n'est praticable qu'à la saison sèche. En aval du confluent du Kunar, la rivière est profonde et roule beaucoup d'eau. On ne la peut traverser que dans des bacs, sauf en aval de Pechawer, où d'habitude est jeté un pont de bateaux.

La ville de Caboul a 1900 mètres d'altitude, Attock 278 seulement. Voilà une différence de niveau de 1622 mètres, qui donne, pour la chute uniforme du lit du cours d'eau, deux pieds par mille.

A cause de cette pente, le courant est trop rapide (il est presque torrentueux) pour permettre la navigation du fleuve. Toutefois, en aval de Djellalabad, le Caboul peut porter des bateaux jaugeant cinquante tonnes ; souvent on le descend sur des radeaux soutenus par de puissantes outres (1).

Le cours de la rivière est de 500 kilomètres environ.

En aval du confluent du Caboul-Daria, nous ne voyons plus qu'un seul cours d'eau originaire de l'Afghanistan déverser en tous temps ses eaux à l'Indus. C'est le Korum.

Il est formé de quelques petits cours d'eau qui confluent à Alikhel, 2285 mètres d'altitude, et dont le principal a sa source près du Sirkaï-Kotal, à l'angle d'intersection du Sefid-Koh et du Soulaïman-Dagh (2).

Sa direction générale est sud-est.

Il passe au fort de Korum, à Thal, et, 65 kilomètres plus loin, à Bannu (ou Edwardezabad), pour se jeter dans l'Indus.

(1) Hunter, *The imperial Gazetteer of India.*
(2) Markham, *loc. cit.*

Son lit est rocailleux et parfois hérissé de rochers dans le cours inférieur de la rivière. Les eaux, bruyantes et tenant en suspens du sable et de la vase, contrastent avec celles de quelques affluents, qui sont limpides comme du cristal.

Le Schamill, en territoire afghan, et le Totchi, dans le Pendjab, le rejoignent sur sa rive droite.

Le Schamill ou Kost présente des plaines peu connues, mais fertiles et riches en pâturages (1).

La vallée du Korum est fort belle ; le climat y est agréable. On y jouit de la température du Pendjab, sauf dans les montagnes du nord-est, où l'hiver est rigoureux. L'été est sec et chaud.

Le Gomul descend des pentes orientales du Soulaïman-Dagh occidental, se grossit du Kundar et du Zhob, long de 150 kilomètres et originaire du Toba Peak (2), qui le sépare de la plaine de Pishin et de la vallée de Boraï ; après avoir traversé la brèche de Gomul, au nord du Takt-i-Soulaïman, il tarit dans les sables dans la plaine de Derajat, au nord de Dera Ismaïl Khan.

Ce n'est qu'aux fortes crues que la rivière atteint l'Indus. D'après Walker, son bassin a une superficie de 33 000 kilomètres carrés ; la Belgique n'en a que 29 456.

En terminant le bassin de l'Indus, citons encore le Boraï et le Nari, qui parcourt l'Afghanistan dans sa partie méridionale, puis pénètre dans le Beloutchistan.

Le quadrilatère, qui s'étend du Siah-Koh et du Koh-i-Baba jusqu'aux crêtes béloutches, et des hauteurs persanes au Soulaïman-Dagh, constitue le bassin du Hamoun.

Ce bassin comprend une bonne moitié du territoire afghan et une partie du Béloutchistan et de la Perse. Il est sillonné par un bon nombre de rivières qui ont pour déversoir commun le Hamoun, situé dans la plaine desséchée du Séistan.

(1) Markham, *loc. cit.*
(2) Markham, *loc. cit.*

Le Hamoun se compose de deux lacs dont il est impossible de fixer exactement la position ; ils se déplacent constamment sur une aire de 80 kilomètres en largeur et de 150 en longueur environ. Le lac oriental est alimenté par l'Hilmend, et le Kach-Rud, son voisin, par le Harut-Rud et le Farah-Rud.

L'Hilmend, le plus considérable de ces tributaires, est l'Étymander de l'antiquité; comme importance, il vient immédiatement après le Caboul, s'il ne l'égale pas ; en tout cas, il le surpasse par la longueur de son cours et fort probablement par le volume de ses eaux. Sa source jaillit à Fazindaz, entre le Pagman et le Koh-i-Baba à l'altitude de 3500 mètres (1).

La rivière longe la limite orientale du district de Zamindawar, riche en pâturages, qui exporte de grandes quantités de laine. Au sud du 32° lat. N. elle passe à Girischk, et à 75 kilomètres en aval, à Kala-Bist, 635 mètres d'altitude, où elle rencontre son principal affluent l'Argand-ab, dont elle est séparée par le Pagman sur une distance de 300 kilomètres.

A partir de ce point, l'Hilmend décrit un grand coude de près de 500 kilomètres, arrose diverses localités, entre autres Roudbar, subit maintes saignées, et, après avoir traversé la plaine ou lac desséché de Séistan, dépression de 390 mètres suivant M. Lentz, il se jette dans le Hamoun oriental, où il lance un volume d'eau considérable.

Son delta, où la fertilité naturelle des terres est encore augmentée « par le dépôt de détritus très riches en humus », est fort peuplé. En général, les « habitants ne logent point sous la tente. Leurs maisons, au lieu d'être construites en briques ou en pierres, le sont avec des roseaux et des branches de tamarix recouvertes d'une épaisse couche de boue.

(1) Markham, *loc. cit.*

« Les moustiques sont le principal fléau des hôtes de ce delta. Ces insectes, d'une prodigieuse grosseur, torturent bêtes et gens pendant huit mois de l'année ; leur trompe traverse la couverture la plus épaisse, et trouve encore le moyen d'entamer la peau sous les habits (1). »

L'Hilmend a un cours de 1038 kilomètres, ou 623 kilomètres à vol d'oiseau de Fazindaz au lac Hamoun.

La superficie de son bassin est de 517 591 kilomètres carrés (2), à peu près la surface de la France, 528 560 kilomètres carrés.

Le Rhin, le roi des fleuves de l'Europe, mesure 1248 kilomètres, mais son bassin n'embrasse que 180 386 kilomètres carrés.

Du Tigre à l'Indus, l'Hilmend est le seul fleuve réellement abondant. Ses eaux sont claires, froides et de très bon goût (3).

En octobre, lors des crues, le courant devient rapide et violent. Il est alors difficile de déterminer les limites du lit de la rivière, qui est profond, encaissé, obstrué de rochers jusqu'à Girischk et formé de sable depuis ce point ; la largeur est de 320 mètres à Girischk et de 91 mètres vers Roudbar (4), où se trouve un gué.

Les points de passage étant peu nombreux, on se sert, pour la traversée, de radeaux soutenus par des outres.

De Girischk jusqu'à Roudbar, la rivière présente une bande cultivée large de 2 kilomètres ; dans son cours inférieur, ses bords sont couverts de tamarix, de mimosas, de capriers sauvages ; l'arbre dominant est le peuplier de l'Euphrate ; les bonnes prairies ne font point défaut. Ferrier affirme que la végétation est aussi luxuriante que sous les tropiques.

Quoique étroite, la vallée de l'Hilmend est fort intéressante vers Roudbar et Kala-Fateh ; on y rencontre des

(1) Ferrier, *Voyage en Perse*, etc., t. II, p. 317.
(2) Klöden, *loc. cit.*
(3) Ferrier, *Voyage en Perse*, etc., t. II, p. 340.
(4) Holdich, *Proceedings*, 1885, pp. 160 et seqq.

traces des dynasties éteintes, des ruines de forts, de canaux d'irrigation, d'habitations au luxe princier, etc. (1).

L'Argand-ab est le principal tributaire de l'Hilmend. Sa source se trouve à 1990 mètres sur un contrefort des monts Pagman. La rivière a un développement total de 563 kilomètres (2). Elle se jette dans l'Hilmend à Kala-Bist, à l'altitude de 653 mètres ; c'est donc une pente de $0^{m},0023$ par mètre.

Le courant est rapide à l'époque des hautes eaux. La vallée est cultivée et bien peuplée. Ce qui en augmente la richesse, c'est la digue de Timour, construite à 25 kilomètres de son confluent, par laquelle on captive la majeure partie des eaux.

Au nord de Candahar la rivière ne présente en juillet que 36 mètres de largeur ; on la traverse aisément à gué. Elle conflue avec le Tarnak, qui se forme à 2250 mètres au nord de Mudur et fournit une course de 320 kilomètres.

Le Tarnak passe à Kelat-i-Ghilzaï, sur la route de Gazni à Candahar, et se jette dans l'Argand-ab au sud-ouest de cette dernière ville, après s'être grossi entre autres des flots du Dori et de l'Argesan.

Nous avons dit que le lac oriental du Hamoun était aussi alimenté par le Kach-Rud. C'est une rivière peu importante. Elle descend du Siah-Koh et a ses rives couvertes de tamarix, mimosas, etc.

Les deux tributaires du lac occidental sont originaires du Siah-Koh. Ils traversent, sur la plus grande partie de leurs 320 kilomètres de cours, un pays stérile et sablonneux.

La Farah-Rud doit son nom à la ville de Farah.

Le Harut-Rud, voisin de la frontière perso-afghane, se grossit de divers affluents. Dans son cours supérieur, il s'appelle Sebzawar-Rud, du nom d'une localité qu'il traverse.

(1) Holdich, *Proceedings*, 1885.
(2) Markham, *loc. cit.*

La forteresse de Sebzawar — 975 mètres d'altitude — « est un des anneaux de la ligne stratégique qu'une armée russe ou persane, voulant s'avancer dans l'Afghanistan, devrait prendre comme base d'opérations pour avoir des chances de succès » (1).

Des cinq bassins auxquels appartient l'Afghanistan, la Lora est celui sur lequel nous possédons le moins de renseignements.

La rivière naît sur le Soulaïman-Dagh occidental au nord de la plaine de Pishin. Elle traverse cette plaine, passe à l'est de Gulistan Karez, reçoit la Chalkot Lora qui coule à l'ouest de Quettah, le Charud, grossi du Sirin-ab, et se perd au nord du plateau béloutche dans le Hamoun-Lora, marécage situé au milieu du désert.

Nous terminons l'hydrographie afghane par le bassin de Gazni, le seul dont la superficie totale — 17 000 kilomètres carrés environ — appartienne exclusivement aux états de l'émir.

Le lac qui lui sert de déversoir s'appelle Abistada ou « eau dormante ». Il constitue, avec le Hamoun, les deux seuls lacs connus en Afghanistan. Encore ce dernier peut-il être considéré comme un grand marais.

L'Abistada, à l'altitude de 2100 mètres, et à 105 kilomètres de Gazni (2), capitale des Ghilzaïs, s'étale dans une région lugubre et stérile, où l'on ne voit ni arbres, ni verdure, ni habitations. Son circuit est de 44 milles ou 70 kilomètres d'après Hunter. D'autres auteurs doublent ses dimensions. Il est peu profond : au centre, il ne mesure guère que 3 à 4 mètres. Son eau, salée et amère, tue le poisson que lui apporte le Gazni.

Cette rivière est son principal tributaire. Elle descend du Gul-Koh, à une vingtaine de kilomètres au nord de Gazni. Près de la source, sa largeur n'est que de 20 mètres,

(1) Ferrier, *loc. cit.*, t. II. p. 365.
(2) Hunter, *The imperial Gazetteer of India*, t. I, p. 33.

sa profondeur de $0^m,60$. Mais au printemps le lit a de plus grandes dimensions. Les eaux sont retenues par un barrage en maçonnerie, long de 275 mètres et haut de 6 à 10 mètres.

Dans la partie orientale du bassin, se trouvent les vallées de Zurmat et de Katawaz, riches en eau, fourrages et froment. Cette dernière est arrosée par le Paltu.

IV

VOIES DE COMMUNICATION.

Nous venons de voir que l'Afghanistan, sillonné par quelques cours d'eau assez importants, ne possède cependant pas, si on en excepte l'Indus et l'Oxus, placés en dehors du territoire de l'émir, de rivières réellement navigables.

C'est regrettable pour l'avenir de la contrée. Privé de la route la plus facile et la moins coûteuse, le commerce est obligé d'emprunter les voies ferrées ou terrestres.

Jusqu'à ce jour, les chemins de fer font absolument défaut. Ce n'est pas à dire que cette situation doive encore longtemps se prolonger. Sans pouvoir espérer d'être doté d'un réseau équivalent à celui des États européens, l'Afghanistan ne tardera pas à être mis en communication par la vapeur avec ses voisins du nord à l'est, grâce aux lignes qu'on veut établir entre l'Inde et l'Europe.

Comme le remarque le général Annenkof, à qui revient l'honneur de la construction du Transcaspien, — nom significatif, dit M. Barthélemy Saint-Hilaire — (1), jusqu'à ce jour les produits de l'Inde ne parvenaient en Europe que par deux voies : le Cap pour la marine à voile, le canal de Suez pour la marine à vapeur. Une troisième route est ouverte depuis l'achèvement du Pacifique Canadien.

(1) *L'Inde anglaise. Son état actuel, son avenir*, Paris, 1887, p. 13.

La route du Cap, de Bombay à Falmouth, via Sainte-Hélène, est de 16735 kilomètres et représente 42 jours de navigation.

La route de Suez, de Bombay à Falmouth, avec escale à Alexandrie et à Malte, est de 9655 kilomètres : c'est une traversée de 22 à 24 jours.

Le Pacifique Canadien, long de 4461 kilomètres, part d'Ottawa en Canada pour aboutir à Vancouver dans la Colombie britannique. Il met cent heures à franchir cet espace. D'Ottawa à Liverpool, on compte 2650 milles. En quinze jours, l'Angleterre peut transporter des troupes sur les bords du Pacifique par une voie exclusivement anglaise.

Tous ces parcours sont trop longs ; pour les raccourcir, on a élaboré divers projets, presque tous enfouis dans les cartons, mais renfermant les éléments d'une véritable révolution économique. Nous ne signalerons que ceux qui traversent le territoire afghan. M. de Lesseps est l'auteur du *chemin de fer central asiatique*, allant de Calcutta à Paris. Cette route devait passer par Pechawer et Caboul, franchir l'Hindou-Kouch, traverser Samarcande, Tachkend, Fort Petrovsk, Orenbourg, etc. Distance : 9300 kilomètres, y compris 788 kilomètres de désert.

Vers 1874, le général Beznossikof apportait à ce projet une variante approuvée par l'empereur Alexandre. D'après son tracé, la ligne se dirigeait d'Orenbourg sur Orsk, et Djita Koul, sur le lac Kouïouk (639 kilomètres) où elle se bifurquait.

L'embranchement septentrional rejoignait Tourgaï et Ekaterinebourg, tête de ligne du chemin de fer sibérien (320 kilomètres).

L'embranchement méridional se dirigeait presque en ligne droite sur Tachkend. C'était un parcours de 1280 kilomètres. Il évitait les sables de la mer d'Aral et le delta du Syr-Daria, en passant par Kochaldjor et Dschulek.

De leur côté, les Anglais auraient voulu relier l'Indus à Candahar, Hérat, Méched, Téhéran, et conduire la voie en Asie Mineure, jusqu'à Scutari sur le Bosphore.

Enfin le général Annenkof patronne une ligne en cours d'exécution et reliant l'Inde à l'Europe par l'Afghanistan et la Transcaspie. Cette ligne s'amorce à la voie ferrée de Quettah, passe par Candahar, Hérat, Sarakhs, Kizil-Arvat et Ouzon-Ada, sur la Caspienne. Des bateaux à vapeur transporteront, en 12 heures, voyageurs et marchandises à Bakou. On se dirigera de ce point sur Moscou, Varsovie et Paris. Grâce à ce parcours réduit (6960 kilomètres), Saint-Pétersbourg ne sera plus guère qu'à huit jours de Hérat, et Londres, qu'à une quinzaine de jours des Indes.

Ces projets de voie ferrée dormiraient encore tous dans les cartons, si les Russes et les Anglais n'avaient été contraints, moins par des considérations politiques ou commerciales que par des raisons stratégiques, d'en ordonner une étude définitive et d'en commencer l'exécution.

Les guerres asiatiques imposent aux armées l'obligation de rassembler et de traîner après elles, pour transporter le matériel, les munitions et les vivres, des convois très coûteux et des plus embarrassants. C'est une vérité banale que, plus on se plonge au cœur de l'Asie, en s'éloignant par suite des voies ferrées ou fluviales, plus s'accroît le nombre de chariots et de chameaux (1) à réquisitionner, et le nombre d'hommes à employer aux *impedimenta*. C'est presque une seconde armée, aussi difficile à nourrir, plus difficile à mener que les troupes de campagne.

Les hostilités sont à peine commencées, que déjà le climat et les fatigues exercent leur action néfaste.

Épuisé par les étapes à travers les sables, ruiné par la privation d'eau et d'herbage, le chameau succombe à la peine; sa mort oblige les convois à s'arrêter et entrave les armées dans leur marche.

(1) Le chameau est le seul auxiliaire qui puisse convenir pour la traversée des déserts qu'on rencontre au cœur du continent asiatique.

On a calculé que l'expédition de Khiva coûta la vie à 15 000 chameaux, celle de Géok-Tépé à 12 000, et la guerre d'Afghanistan fit tomber l'incroyable nombre de 60 000 animaux.

Une telle situation ne pouvait durer. Le seul remède, nous devrions dire le salut, se trouvait dans les voies ferrées. Uniquement stratégiques dans le principe, elles n'ont pas tardé à jouer un grand rôle au point de vue politique ou commercial. L'autorité de la Russie et de l'Angleterre est mieux assise ; le contact de la civilisation continu, donc plus puissant et plus efficace. Enfin on espère faire revivre dans les villes et les steppes les industries locales que le temps et les pillards ont anéanties.

Les Anglais ont été les premiers à mettre la main à l'œuvre. En 1879, la guerre venait d'être déclarée à l'Afghanistan. L'envoi des vivres et des renforts devenait difficile, en raison de l'éloignement de la base d'opérations. Pour appuyer chacune des colonnes, marchant, au nord, contre Caboul, au sud, contre Candahar, il fut résolu d'amorcer deux voies ferrées à la ligne de l'Indus.

Elles furent commencées avec célérité. D'après les plans primitifs, la voie du Pendjab devait se relier, en amont d'Attock sur l'Indus, au chemin de fer de Lahore à Calcutta, et aboutir à Caboul après avoir traversé le camp retranché de Pechawer. Jusqu'à ce jour, la voie n'a pas dépassé cette dernière localité, et l'on n'entrevoit pas le moment où les travaux seront repris.

Quant au chemin de fer de Candahar, il a passé par diverses péripéties. Il s'embranche sur la ligne de l'Indus en aval de Sukhur. D'après sir Richard Temple (1), le tracé devait comporter quatre sections : de l'Indus à Sibi, 140 milles ou 225 kilomètres ; de Sibi à Gulistan Karez (2), 170 milles ou 273 kilomètres ; de Gulistan Karez à Gwaja, extrémité méridionale du Khodja Amran, 40 milles ou 65

(1) *Proceedings*, 1880, p. 545.
(2) Marqué Karez sur la carte 62 de Stieler.

kilomètres et, de Gwaja à Candahar, 90 milles ou 145 kilomètres. Soit un parcours total de 440 milles (708 kilomètres).

Malgré les difficultés de construction (1), la première section, de Sukhur à Chikarpour, Jacobabad, et, par la plaine de Katchi Gandava, à Sibi, fut construite en trois mois. Ce résultat faisait bien augurer du succès de l'entreprise. Déjà on avait préparé le tracé du restant de la voie, exécuté les nivellements, construit ponts, viaducs, tunnels, etc., travaux d'art représentant une dépense de treize millions; les rails même étaient à pied d'œuvre, et tout faisait prévoir que, pour la fin de 1881, l'Inde serait reliée par la vapeur au cœur de l'Afghanistan. Mais voilà qu'en 1880 le ministère Gladstone arrive au pouvoir, et ordonne l'évacuation de Candahar et la suspension des travaux de construction de la voie ferrée. D'aucuns même prétendent — nous n'avons pu vérifier l'assertion — que les rails furent vendus aux enchères publiques avec une perte de un demi-million de livres sterling.

L'Angleterre semblait vouloir s'écarter de Hérat à mesure que sa rivale en approchait. Mais l'opinion publique, dont les hommes d'État, si grands soient-ils, doivent ménager les impressions, se complaisait de temps en temps à agiter la question du chemin de fer indo-afghan, et lors de l'annexion de Merv à la Russie, en 1884, l'œuvre dut être reprise.

Le tracé fut quelque peu modifié ; la voie se bifurque à Sibi. L'embranchement occidental emprunte le territoire béloutche ; il traverse Dadar et la passe de Bolan pour aboutir à Quettah, et de là à Gulistan Karez, où il rejoint l'embranchement oriental. Celui-ci traverse le Nari Pass, Harnaï, Mangi, franchit le Tchapar Pass et passe à Gulistan Karez. La voie franchit alors le Khodja Amran à la passe de Gwaja et aboutit à Candahar.

(1) La pente maxima 1/45 (22m2) a dû être employée sur plusieurs points de la ligne.

Le second embranchement est deux fois plus long que le premier. Mais sa construction a été plus rapide et moins coûteuse, car les obstacles naturels étaient beaucoup moins nombreux.

Par le changement apporté au tracé primitif, le cabinet britannique tient deux lignes à sa disposition, et ne verra pas ses armées enrayées dans leurs marches, au cas où la voie ferrée du Bolan Pass serait mise hors de service.

Depuis le commencement de cette année, les deux embranchements se sont rencontrés, et la voie est construite jusqu'au pied du Khodja Amran. Il ne reste plus que 144 kilomètres pour atteindre le point extrême, la ville de Candahar.

Ce sera bientôt fait, croyons-nous, si l'on s'en rapporte à la déclaration faite par sir John E. Gorst à la séance de la chambre des communes, le 21 mars 1887 (1). « Du matériel est réuni, dans la vallée de Pishin, pour la construction de 100 milles de voie ferrée; mais les projets ne sont pas encore définitivement arrêtés pour la prolongation de la ligne jusqu'à Candahar. »

L'embranchement Dadar-Quettah est seul jusqu'à ce jour ouvert aux transactions commerciales (2).

Presque en même temps que les Anglais, les Russes créaient un chemin de fer dans les plaines de l'Asie.

Ils avaient été contraints, en 1879, de lever le siège de Géok-Tépé, puissante forteresse, à 400 kilomètres environ de la Caspienne; non que la bravoure turcomane ait eu raison de leurs efforts; mais le désert avait fait périr les 10000 chameaux employés aux divers transports, et le commandement s'était vu privé des ressources indispensables.

Décidés à recommencer leur expédition — il le fallait pour le prestige et les vues politiques de leur patrie, —

(1) *Times* du 22 mars 1887.
(2) *Times* du 2 mai 1887.

les Moscovites songèrent à établir une voie ferrée de la Caspienne à l'oasis insoumise (1).

L'idée était trop grandiose pour ne point faire son chemin. Elle sourit particulièrement au général Skobeleff, chargé de la conduite du nouveau coup de main contre les Akkal-Tekkés, et surtout au général Annenkof, membre du comité de mobilisation russe, qui avait déjà fait ses preuves, lors de la construction de l'importante ligne de Pinsk.

Rien n'effraya ce dernier, ni les sables, ni le désert, ni le manque d'eau, ni la température sénégalienne. Avec un plan bien assis, une expérience consommée, une volonté rebelle à tous les obstacles et habituée à les vaincre, il devait mener rapidement son œuvre à bonne fin. Il y a quelque intérêt à l'exposer dans ses grandes lignes.

Dans le principe, la voie partait de Michaïlovsk, dont la baie, étroite, sinueuse et peu profonde, était inabordable aux navires de la Caspienne. Ceux-ci faisaient escale à Krasnovodsk, où l'on transbordait les voyageurs et les marchandises sur des barques à faible tirant d'eau, à même d'atteindre le port. Il y avait là perte de temps et d'argent; de plus, la rade de Michaïlovsk était prise, l'hiver, par les glaces. Un remède s'imposait.

Après des études sérieuses, d'où résultait un gain certain de douze heures sur la durée totale de la traversée, il fut résolu, en 1885, de pousser la tête de ligne du Transcaspien jusqu'à l'île d'Ouson-Adan, située à 27 kilomètres à l'ouest de Michaïlovsk, et répondant, grâce à un port de création récente, à toutes les exigences de la navigation sur la mer Caspienne.

Reliée à la terre ferme par une jetée de 1200 mètres, haute de 1^m à $1^m,50$ (2), l'île est en communication avec le

(1) Nous croyons que la paternité de ce projet revient au général Pétrusevitch, qui prit part à la première expédition contre Géok-Tépé.

(2) Edgard Boulangier, *Voyage à Merv*, dans Tour du monde, 1887, p. 151.

port de Bakou, par un service régulier de bateaux à vapeur de la compagnie *Caucase et Mercure*. Il existe deux services par semaine d'une rive à l'autre de la Caspienne. On se rend de Bakou à Batoum, sur la mer Noire, par le Transcaucasien (1), inauguré, croyons-nous, en 1883, mais sur lequel ne roule encore journellement dans chaque sens qu'un seul train de voyageurs,

La traversée de Bakou à l'île de l'Ouson-Adan, 350 kilomètres, dure 18 à 20 heures. « On a quelque chance d'être fortement secoué sur le grand lac, où la lame courte et irrégulière donne lieu simultanément au tangage et au roulis. De l'avis des marins russes, la mer Caspienne est plus dure et plus dangereuse que la mer Noire et la Méditerranée (2). »

La première section du chemin de fer, qui est à simple voie sur tout son parcours, avec des voies d'évitement à certaines gares, a été construite en 1880. Elle compte, d'Ouson-Adan à Kizil-Arvat, 258 kilomètres. Sur une distance de 87 kilomètres, on eut à lutter contre la privation d'eau et les sables mouvants du désert. Pour se procurer le précieux liquide nécessaire à l'alimentation des machines et au service des subsistances militaires, on dut installer une distillerie d'eau de mer, produisant 500^{mc} d'eau douce en vingt-quatre heures (3).

A partir de Kizil-Arvat, la ligne passe entre autres à Géok-Tépé, célèbre depuis le siège qu'en fit Skobeleff en 1880, puis à Askabad, à 216 kilomètres de Kizil-Arvat. Cette ville a 8000 âmes, y compris la garnison, et est devenue le chef-lieu de la Transcaspie et le lieu de résidence du gouverneur. Continuant sa course dans la direction de l'est-sud-est, le Transcaspien arrive à Douchak, point de bifurcation de la voie, à 646 kilomètres de la Caspienne et à 200 environ de la frontière afghane. Un

(1) Ce chemin de fer a coûté à la Russie neuf millions de livres sterling.
(2) Edgard Boulangier, *Tour du monde*, 1887.
(3) Edgard Boulangier, *Tour du monde*, 1887.

embranchement longe la limite septentrionale de la Perse; il est arrivé à 96 kilomètres de Sarakhs ; le second embranchement remonte brusquement vers l'est-nord-est, franchit le Tedjend à Karibend, situé à 51 kilomètres de Douchak, et arrive à Merv.

La distance de cette ville à Ouson-Adan est de 851 kilomètres et se franchit en quarante heures. Il fallait autrefois quinze jours.

Le 30 novembre 1886, la voie ferrée était poussée jusqu'à Tchardjouï (251 kilomètres de Merv) sur l'Oxus, après avoir traversé un désert de sable sur une longueur de 190 kilomètres (1). Elle rejoindra bientôt Boukhara (1180 kilomètres de la Caspienne), et enfin Samarcande. La longueur totale de la voie ferrée sera alors de 1450 kilomètres.

La dépense est peu élevée. Elle se monte par verste, rails et matériel roulant compris, à 32000 roubles ou 80000 francs. C'est une économie de 10000 roubles environ, si on compare ce prix à celui de la plupart des voies ferrées de la Russie.

Le Transcaspien est une route militaire, exploitée par des officiers et construite par deux bataillons de chemins de fer. Un train de pose, qui avance en raison de l'extension prise par la ligne, sert de logement aux officiers, aux ouvriers, à la troupe, et d'abri aux mess, cuisines, ambulance, bureaux, télégraphe, forges, etc.

Il y a même des wagons-citernes, faits de bois ou de tôle, jaugeant 600 pouds (9816 kilogrammes); ils sont réservés au transport de l'eau et aussi du pétrole.

Le pétrole joue ici un grand rôle. On ne fait usage ni de bois, ni de houille. Le chauffage se fait « au moyen des résidus (2) de la distillation du pétrole qui provient de Bakou. Le même système est appliqué à la marche des

(1) Général Annenkof, *Bulletin de la Société de géographie*. Paris, 1886.
(2) Les Russes désignent ces résidus sous le nom d'*astatki*.

locomotives, et il n'offre pas le moindre danger (1). La combustion s'opère à l'aide d'un pulvérisateur qui amène lentement le liquide inflammable, préalablement chauffé au bain-marie, dans un jet de vapeur d'eau venant de la chaudière. La vapeur sous pression entraîne les particules combustibles et forme une flamme qui occupe toute la longueur du foyer (2). »

La combustion de l'*astatki* ne donne pas de fumée et ne laisse ni cendres ni scories.

La chaleur est équivalente à celle que produirait un poids de houille trois fois plus fort (3).

F. Van Ortroy,
Lieutenant de cavalerie.

(La fin prochainement.)

(1) Par la distillation les éléments volatiles ont disparu.
(2) Edgard Boulangier, *Tour du monde*, p. 182.
(3) Edgard Boulangier, *Tour du monde*, p. 264.

L'ANALYSE DU SOL PAR LA PLANTE

Le monde scientifique se divise encore aujourd'hui en deux camps bien tranchés : celui des savants pour lesquels la science est un monopole qu'il faut sauvegarder avec un soin jaloux, en hérissant le plus possible les abords de son domaine afin de le rendre inaccessible au commun des mortels; et celui des penseurs qui estiment que, la science et la vérité ne faisant qu'un, il importe au contraire de diffuser par tous les moyens possibles cette puissance bienfaisante, dispensant à la fois, comme l'énergie solaire, la lumière et la force au genre humain.

Ces derniers sont généralement très malmenés par les premiers, qui affectent de les confondre avec les vulgarisateurs, dont la mission se borne à répandre les idées des autres, quand ils ne cherchent pas à se parer des dépouilles d'autrui.

Dans l'ancienne Égypte, quiconque révélait les mystères d'Isis, déesse de la Nature et patronne de l'Agriculture, était chassé du temple et puni de mort. Plus tard, en Grèce, à Rome, au moyen âge, les médecins et les alchimistes dissimulaient avec le plus grand soin sous des symboles indéchiffrables leurs secrets professionnels. Ce n'est guère que vers la fin de la Renaissance que les savants, entraînés malgré eux par le grand mouvement

littéraire et artistique qui préludait à l'épanouissement de la science moderne, se décidèrent à découvrir leurs trésors à leurs disciples.

Mais encore, l'histoire de la médecine et de la chimie le prouve surabondamment, ce fut le plus souvent à leur corps défendant qu'ils consentirent à livrer au public ces secrets si chèrement achetés ou si laborieusement acquis. Leur enseignement était le plus souvent hérissé d'une phraséologie tellement étrange, d'une terminologie tellement barbare, qu'il fallait avoir du cœur pour s'aventurer sur leur terrain.

Pendant de longs siècles, on est bien forcé de le reconnaître aujourd'hui, les artifices du langage dissimulèrent trop souvent l'ignorance des choses, le vide ou l'indétermination de la pensée. Van Helmont, que l'on a considéré à juste titre comme l'un des fondateurs de la physiologie végétale et de la chimie biologique, n'hésita pas à démasquer dès le commencement du XVIIe siècle cette exploitation de la crédulité publique par les savants de son époque, quand il renonça volontairement à l'enseignement de la médecine, qu'il professait à l'université de Louvain. En portant les premiers coups à l'édifice sacro-saint de la physique d'Aristote par la découverte de l'acide carbonique et de la nature du feu, il proclama l'inanité de toute science biologique qui dédaigne de s'appuyer sur les révélations des sciences naturelles, pour se payer de mots et de conceptions *à priori* (1).

Il n'en est plus tout à fait de même aujourd'hui.

Aux conceptions ingénieuses de l'imagination, on a substitué *la balance*, *le mètre* et le *calcul*. Et comme par enchantement, les fantômes se sont évanouis.

Qu'on veuille bien le remarquer, ce n'est pas une figure

(1) Nous avons rappelé ailleurs que Van Helmont ne parvint pas néanmoins à se soustraire lui-même, dans bien des cas, aux préjugés de son temps et aux vices de la méthode qu'il critique avec tant de raison (*La question sucrière résolue par la science*, conférence donnée à la Société centrale d'agriculture de Belgique, le 8 février 1875).

de rhétorique que nous évoquons ici pour les besoins de notre cause.

Les fantômes, ce sont bien ces hypothèses *à priori*, ces préjugés séculaires de la routine, qui, en matière de science agricole par exemple, faisaient croire à une force végétative du sol distincte des forces physico-chimiques, à une force vitale des plantes élaborant, par des procédés inimitables, par des séries d'opérations occultes, ces matières organiques que la synthèse réussit à reproduire en si grand nombre aujourd'hui.

C'était encore la doctrine de l'humus, considéré comme l'étalon de la fertilité de la terre, l'hypothèse de l'épuisement irrémédiable du sol au bout d'un temps déterminé, parce que l'on s'imaginait que le végétal puise dans le sol les éléments dominants de ses organes.

Celui qui aurait osé affirmer, au commencement de ce siècle, que les plantes puisent dans l'air plus de quatre-vingt-dix pour cent de leur substance et que, néanmoins, quelques parcelles d'éléments minéraux faciles à restituer au sol, sont les régulateurs de la production végétale, eût été à coup sûr traité de visionnaire, de rêveur ou de mauvais plaisant par les agriculteurs pratiques de ce temps-là.

Cependant aujourd'hui, en dépit des progrès réalisés, beaucoup d'agriculteurs pensent n'avoir plus rien à apprendre, et haussent les épaules lorsqu'un conférencier vient apporter dans leur région la bonne nouvelle.

Combien d'agriculteurs, excellents praticiens d'ailleurs, n'hésitent pas à proclamer dans des assemblées publiques cette énormité qu'on n'a rien fait pour les classes rurales, quand on s'est attaché à diffuser dans tout le pays les conquêtes de la science appliquée à l'agriculture.

C'est d'ailleurs une irrésistible tendance de l'esprit humain, à toutes les époques de l'histoire, de prendre la mesure de son expérience et de ses connaissances pour les colonnes d'Hercule de la vérité. Chaque siècle croit avoir atteint l'apogée de la civilisation et s'étonne de la barbarie,

de l'ignorance et des errements du passé, comme si les progrès réalisés et les connaissances acquises n'étaient pas une quantité négligeable en regard de ce que nous ignorons et de ce qui nous reste à apprendre.

A ces esprits rebelles, qui confondent les bornes de l'horizon actuel avec celles de la nature, nous n'avons cessé d'opposer des faits pour les forcer dans leurs derniers retranchements.

Et comme il est toujours facile d'épiloguer sur le témoignage d'autrui et de révoquer en doute ce qui se fait à l'étranger, nous avons tenté d'instituer sur tous les points du pays ces champs d'expériences en pleine campagne, qui constituent, comme l'a si bien dit M. G. Ville, les plus éloquents des professeurs.

A la suite des conférences données par M. G. Ville à la ferme impériale de Vincennes en 1864, plusieurs agronomes intelligents instituèrent en Belgique, comme en France, des champs d'expériences qui donnèrent souvent d'excellents résultats.

Mais les praticiens ne tardèrent pas à proclamer que l'emploi des engrais chimiques constituait le plus souvent l'agriculteur en perte, en dépit de l'élévation des rendements.

La vérité, c'est que le commerce livrait alors ces engrais à des prix exorbitants, quand la fraude n'intervenait pas pour dérouter tous les calculs des cultivateurs.

Cependant, telle était la puissance de cette arme nouvelle placée par la science à la portée de l'agriculteur, que le commerce des engrais chimiques ne tarda pas à prendre un essor extraordinaire. La Belgique ne resta pas en arrière ; mais bientôt on signala de toutes parts des déconvenues si cruelles, résultant le plus souvent soit de l'ignorance des expérimentateurs, soit de la mauvaise foi des marchands, que les partisans de la routine et les ennemis du progrès se crurent autorisés à chanter victoire.

Ils oubliaient, ou ils feignaient d'ignorer, que les engrais

chimiques sont des armes perfectionnées, comme nous l'écrivions il y a dix ans déjà dans cette Revue, des armes à deux tranchants, qui blessent ou qui tuent les maladroits inhabiles à les manier.

La légende raconte que la découverte de la poudre à canon coûta la vie à son inventeur. La dynamite et l'électricité, qui mettent à la portée de l'homme des forces comparables à la foudre, ont fait de nombreuses victimes parmi ceux qui ont tenté de les discipliner. Sans entraîner directement des conséquences aussi redoutables, les engrais chimiques employés sans discernement ont engendré bien des déceptions et des ruines, depuis trente ans, dans le monde des agriculteurs ; ce qui justifie jusqu'à un certain point, il faut bien le reconnaître, les préventions des cultivateurs disposant de capitaux restreints, le plus souvent même insuffisants.

Les choses en étaient là, lorsque, en 1874, nous invitâmes pour la première fois le célèbre vulgarisateur de la doctrine des engrais chimiques, M. G. Ville, à donner une série de conférences à la Société centrale d'agriculture de Belgique.

C'était l'époque où l'honorable et savant M. Kervyn de Lettenhove venait de créer, sur les instances de M. Léon t'Serstevens, la première station agricole visant à réprimer la fraude dans le commerce des engrais par l'analyse à prix réduits.

Pénétré de cette idée que le champ d'expériences seul peut convaincre le cultivateur, parce qu'il constitue l'enseignement intuitif par excellence des principes de la chimie agricole, nous tentâmes, dès lors, de créer des champs de démonstration en pleine campagne, de préférence chez des paysans ou des fermiers.

Un fait nous avait particulièrement frappé aux champs d'expériences de Vincennes, indépendamment des magnifiques produits obtenus par les engrais chimiques, dans un sol stérile, sans le secours du fumier de ferme ou d'au-

tres engrais d'origine organique ; c'étaient les résultats de l'analyse du sol par la plante, résultats qui ne concordaient pas avec les indications de l'analyse chimique opérée d'ailleurs dans toutes les conditions de rigueur désirable.

L'analyse chimique du sol de la ferme impériale de Vincennes montrait qu'il était très libéralement pourvu des trois éléments minéraux essentiels à la végétation : l'acide phosphorique, la potasse et la chaux. La conclusion logique de cette analyse, c'était que la terre ne réclamait la restitution que d'un seul élément, l'azote, qui forme avec ces trois éléments susdits l'engrais complet des céréales. Or, il n'en fut rien. La plante déclara pauvre un sol que l'analyse déclarait riche. Pourquoi ?

Parce que l'analyse chimique est inhabile jusqu'ici à déterminer exactement le coefficient d'assimilabilité de ces éléments fertilisants, particulièrement celui de l'acide phosphorique et de la potasse, qui sont souvent engagés dans des combinaisons insolubles.

Tout le monde connaît aujourd'hui cette méthode, si simple et si facile à réaliser en pleine campagne, de l'analyse du sol par les engrais incomplets, c'est-à-dire par trois formules de produits chimiques à 3 termes :

Engrais sans potasse, engrais sans azote, engrais sans phosphate.

La comparaison des rendements en qualité et en poids de ces parcelles à engrais incomplets avec les rendements de la parcelle à engrais complet permet de se rendre compte, sur des champs d'égale surface, si la terre manque ou non du terme qu'on a exclu de la composition de l'engrais.

A côté de ces quatre parcelles, qui servent à analyser le sol, il est nécessaire d'en réserver une cinquième, sans engrais, mais que l'on traite de la même façon au point de vue cultural. Cette parcelle sert de témoin pour comparer le rendement naturel du sol au rendement obtenu artificiellement par l'introduction des engrais.

En rapportant l'excédent de récolte obtenu sur chaque parcelle à engrais incomplet au rendement de la récolte de l'engrais complet, on peut même arriver à calculer d'une façon rigoureusement mathématique, toutes choses égales d'ailleurs, non seulement la nature, mais les quantités de chaque substance qu'il importe de restituer au sol.

Nous avons publié les éléments de ce calcul dans notre *Traité de chimie agricole et de physiologie végétale* (1).

Parmi les agronomes et les savants qui admettaient la portée de l'analyse du sol par la plante, un grand nombre prétendait que cette analyse ne pouvait guère s'effectuer efficacement à la campagne, mais seulement dans des jardins d'expériences annexés aux fermes-modèles et surveillés par des hommes de l'art.

D'accord avec M. G. Ville, nous prétendîmes le contraire, et nous créâmes en 1875 notre premier champ d'expériences chez un paysan complètement étranger aux sciences agronomiques.

Ce premier essai donna les démonstrations les plus nettes.

Les résultats, enregistrés par le cultivateur lui-même, ont été publiés l'année suivante, dans les *Annales de la Société centrale d'agriculture,* concurremment avec les données d'autres champs d'expériences ou de démonstration dont nous avions provoqué la création.

De 1875 à 1879, nous obtînmes et nous consignâmes des résultats analogues dans diverses régions agricoles de notre pays.

Dans le courant de 1878, M. G. Ville nous mit en rapport avec M. Pouyer, président de la Société centrale d'agriculture de la Seine-Inférieure, homme d'initiative généreuse, qui détermina son association à créer des champs d'expériences dans les écoles primaires de la Normandie.

(1) Louvain, Aug. Peeters, édit. 1883.

La Société fut autorisée par le gouvernement d'alors à adresser aux instituteurs officiels des graines et des engrais, avec les instructions nécessaires pour la création et la direction du champ d'expériences.

Nous commençâmes dès lors, avec un savant chimiste de Fécamp, M. Marchand, dans le *Journal de la Société centrale de la Seine-Inférieure*, une campagne de vulgarisation scientifique, qui dura deux ans et qui aboutit à des résultats inespérés, comme le prouve le passage suivant d'une lettre que nous adressait en 1880 le regretté président de cette Société :

« Nous avons annexé aujourd'hui un champ d'expériences agricoles à l'école primaire dans 69 communes. A l'origine, les cultivateurs riaient de nos champs microscopiques, 16 ares subdivisés en 4 parcelles de 4 ares.

« Aujourd'hui ils ne rient plus. Le conseil général est convaincu. Les maires s'émeuvent, les cultivateurs *viennent voir*, et bon nombre de propriétaires et de fermiers commencent des expériences.

« Bref c'est un succès considérable auquel les deux ministres de l'agriculture et de l'instruction publique s'intéressent beaucoup. Vous avez sérieusement contribué à ce résultat, je suis très flatté de vous le dire. Nous voici à la veille de réaliser dans le département le plus beau type de création de l'instruction agricole qui n'existe nulle part chez nous. »

Un an plus tard, nous eûmes la bonne fortune de convaincre M. le Ch^er^ de Moreau de l'efficacité de cet enseignement intuitif des principes de la chimie agricole. Il voulut bien nous inviter à donner des conférences dans l'arrondissement de Namur, notamment à Malonne, où nous eûmes l'honneur d'exposer devant les instituteurs libres de la province, réunis en assemblée générale, les principes de l'analyse du sol par la plante et de la culture démonstrative dans le sable. Nous signalâmes les rendements obtenus par les instituteurs de la Normandie pendant les

années précédentes. Les résultats remarquables de cette campagne, attestés par les instituteurs eux-mêmes, ont été relatés dans les *Annales de la Société centrale d'agriculture de Belgique,* notamment dans le tome XXVIII, 1881-82.

En ajoutant, dans certaines conditions indiquées par l'analyse du sol, un engrais chimique complémentaire à l'engrais de ferme, certains instituteurs ont élevé notablement les rendements en blé et en pomme de terre de leur région, tout en diminuant sensiblement les prix de revient.

A Saint-Romain, l'instituteur, M. Seneur, a obtenu 28 000 kilogrammes de pommes de terre à l'hectare avec un engrais sans azote (l'azote est l'élément le plus coûteux d'un engrais), l'analyse du sol ayant démontré que la restitution de cet élément était inutile.

De même à Bardouville, M. Delamare, instituteur, a obtenu 45 hectolitres de froment à l'hectare avec un engrais coûtant 212 francs, là où 60 mètres cubes de fumier de ferme ne donnaient que 37 hectolitres.

Presque partout, l'emploi de l'engrais chimique avait permis de réaliser un bénéfice; tous les instituteurs avaient calculé eux-mêmes les prix de revient de la récolte obtenue, les engrais étant estimés au cours de l'époque.

En 1883, nous instituâmes aux portes même de Louvain, dans la commune de Hérent, un champ d'expériences type pour pommes de terre, dont les élèves de l'Institut agronomique ont pu apprécier les enseignements, et dont nous avons déjà entretenu le lecteur (1).

Ce champ, subdivisé en 21 parcelles d'un are, reçut 21 formules d'engrais analyseurs. On y planta la pomme de terre du pays dite « tardive des Flandres », qui don-

(1) Livraison de janvier 1887, p. 337.

nait un rendement moyen de 14 000 à 16 000 kilogrammes.

Jamais, pensons-nous, l'analyse du sol par cette plante ne s'accusa d'une façon plus nette que dans cette expérience, où chaque formule faisait l'effet d'un véritable réactif.

L'année suivante, le fermier employa, non plus par are mais par hectare, la formule d'engrais chimique qui avait donné le rendement le plus élevé, et obtint ainsi un rendement s'élevant à 34 000 kilogrammes.

Comme les analyses de la Normandie, cette expérience, dont un ingénieur agricole attaché au ministère de l'agriculture, M. Bolle, a publié toutes les déductions et les calculs, montre bien l'inanité des reproches que l'on a adressés aux champs d'expériences et surtout de démonstration du gouvernement.

C'est une erreur de croire que les conditions de production de ces parcelles diffèrent en quoi que ce soit de celles de la grande culture. Les champs d'expériences ne sont pas des jardins, comme on l'a prétendu. Ils ne reçoivent guère d'autres soins que ceux qu'un bon cultivateur bien outillé est en mesure de donner à ses cultures.

Les parcelles étant traitées rigoureusement de la même façon et soumises aux mêmes vicissitudes climatériques et biologiques, on peut dire que, selon la nature de l'essai, les graines ou les engrais qu'on expérimente constituent les seuls termes variables du problème.

On s'est récrié notamment contre des données fournies par certains champs d'expériences pour betterave à sucre donnant des rendements de 80 000 kilogrammes à l'hectare, à raison de 11 pour cent de sucre; ou contre des rendements moyens de 40 000 à 50 000 kilogrammes, à raison de 13 à 14 pour cent.

Ces rendements ne sont nullement exagérés, au contraire.

Nous connaissons des variétés de betteraves, qui ont

donné jusqu'à 18 pour cent de sucre, notamment chez M. le Cte de Meeus, dans les environs de Tongres (la Kalinowska).

M. Derôme, dont le nom fait autorité en matière de culture de la betterave à sucre, a obtenu sur de grandes surfaces, des rendements de 90 000 kilogrammes à l'hectare, titrant 13,5 pour cent de sucre, soit 12 150 kilogrammes de sucre.

La betterave riche est en réalité beaucoup moins épuisante pour le sol que la betterave pauvre, bien qu'elle exige de fortes doses d'engrais. En effet, sa racine est moins chargée de sels fertilisants, et ceux-ci sont restitués en grande partie au sol par son feuillage plus abondant. Et il en est pour l'azote comme pour les éléments minéraux. L'analyse chimique démontre que les betteraves pauvres renferment beaucoup plus de matières albumineuses, c'est-à-dire azotées, que les betteraves riches.

L'on ne peut guère donner plus de soin dans les champs d'expériences à la betterave à sucre que les cultivateurs instruits et bien outillés n'en apportent aujourd'hui dans leur grande culture, au moyen des labours, des sarclages, des binages, des hersages et du sous-solage pratiqués à la machine.

Ces façons répétées, particulièrement le sous-solage, permettent d'affranchir le sol en quelque sorte des intempéries de nos climats instables, en assurant la circulation régulière ascendante et descendante des sels minéraux, des liquides et des gaz.

Les gelées d'hiver attaquent profondément le sol, ameubli et défoncé en automne par la charrue, suivie de la fouilleuse, qui désagrège le sous-sol.

Dans ces conditions, l'oxygène de l'air, pénétrant partout avec l'eau, engendre de l'acide carbonique, éloigne ou tue les parasites et mobilise les éléments fertilisants insolubles du sol. Les silicates de chaux notamment sont dissous par l'acide carbonique, et réagisssent sur les

phosphates de fer et d'alumine inertes de la terre pour rendre l'acide phosphorique assimilable. L'azote insoluble des matières organiques devient également assimilable par la nitrification que déterminent l'oxygène et les ferments (1).

Dans les années pluvieuses, un drainage naturel entraîne l'excès d'eau qui pourrait nuire à la végétation ; tandis que, pendant les années de sécheresse, le défoncement du sous-sol permet à l'eau des couches profondes d'effectuer son ascension continue vers la surface.

En vertu des lois de la capillarité, les sels minéraux solubles sont également ramenés des profondeurs du sol à la portée des racines.

Enfin l'ameublissement du sous-sol permet à la plante de pivoter normalement, et d'aller puiser plus profondément les éléments régulateurs de la production.

Tels sont les avantages immenses qui résultent de la culture rationnelle, basée sur les données de la chimie agricole et de la physique du sol. C'est grâce à ces procédés, combinés avec une sélection raisonnée de la graine, que nos voisins les Allemands obtiennent couramment des résultats qui nous paraissent fabuleux, tant dans la culture des céréales et des pommes de terre que des betteraves à sucre.

Si le champ d'expériences fournit dans la pratique les indications suffisantes pour éclairer le cultivateur sur les exigences du sol qu'il exploite, il n'en est pas de même au point de vue scientifique, lorsqu'il s'agit par exemple d'obtenir des conditions d'expérimentation rigoureusement identiques.

Lorsque l'on veut déterminer très exactement l'influence des diverses matières fertilisantes sur les diverses espèces de plantes cultivées, il faut expérimenter dans des pots

(1) Annales agronomiques, t. XII ; p. 5, Joulie, *Fixation de l'azote dans les sols cultivés ;* — p. 342, Laurent, *Les microbes du sol ;* — p. 521, Kayser. *L'assimilation de l'azote au congrès de Berlin de 1886.*

ou des caisses contenant du sable pur, que la calcination et les acides forts ont dépouillé des matières organiques et des principes fertilisants minéraux.

C'est ce qu'a fait M. G. Ville, à l'instar de plusieurs autres savants, tels que Wiegman, Polstorft et le prince de Salm Hortsmar. Ces expériences lui ont permis de démontrer avec une rigueur mathématique les principes de la doctrine de la restitution, la loi des forces collectives, la théorie des dominantes, l'opposition physiologique existant entre les légumineuses et les graminées au point de vue de l'assimilation de l'azote, opposition discutée par Lawes, et contrôlée plus récemment par le même procédé, en Allemagne, dans les laboratoires de M. Helbriegel.

Après avoir répété les expériences de M. G. Ville, l'idée nous vint d'instituer nous-même des recherches dans cette voie, et de chercher à mettre cette précieuse méthode d'enseignement et d'investigation scientifique à la portée du plus grand nombre.

L'analyse du sable lavé servant à la fabrication du verre fut pour nous un trait de lumière.

En effet, nous constatâmes qu'un lavage suffisant enlève au sable les matières organiques et les matières minérales solubles. Ainsi, dans la plupart des cas, les conditions sont les mêmes que lorsqu'on opère dans le sable calciné.

Nous étant assuré le concours d'un horticulteur intelligent et attentif à exécuter rigoureusement nos instructions, nous commençâmes par comparer l'action des engrais chimiques dans le sable, avec ou sans humus. Nous reconnûmes bientôt que, pour les céréales comme l'avoine, et pour les légumineuses comme les pois, cette action est nulle au point de vue chimique. Il suffit d'assurer la distribution régulière de l'eau pour obtenir une végétation aussi vigoureuse et une évolution aussi complète dans le sable pur additionné d'engrais chimiques que dans le sable contenant les mêmes engrais et mélangé

à de l'humus ; même résultat en substituant les sels de l'humus sous forme de solution à l'humus en nature.

Les produits de ces cultures avec ou sans humates, instituées en 1884 au jardin botanique de Louvain, ont été photographiés par M. Morren, de Louvain.

Comme nous l'avions annoncé, nous avons repris et contrôlé les expériences de M. Ledocte, notre prédécesseur à la Société centrale d'agriculture de Belgique, sur l'action comparée des sels organiques et des produits inorganiques solubles, dans la culture de l'avoine et des légumineuses. Nous avons pu constater que, toutes choses égales d'ailleurs, les plantes qui avaient reçu une quantité de potasse et d'eau de pluie équivalente ont donné des pailles et des épis de même grosseur. Les matières organiques solubles n'interviendraient donc pas directement dans la nutrition ou plutôt dans l'absorption de l'avoine et des pois, pour ne pas dire des céréales et des légumineuses, car l'expérience nous a prouvé qu'il est toujours très dangereux de généraliser ce genre d'observations.

Nous avons constaté également qu'une formule à dominante de potasse convient particulièrement à la culture de ces deux plantes de familles très éloignées, et que l'azote, sous forme de nitrate de potasse, favorisait singulièrement leur végétation.

Nous nous écartons par le fait même des conclusions de M. G. Ville. En effet, les résultats de cette expérience démontrent à nos yeux d'une façon éclatante que l'opposition entre les céréales et les légumineuses est beaucoup moins accentuée qu'il ne le croit au point de vue physiologique.

L'azote sous forme de nitrate stimule singulièrement la végétation, quoi qu'il en dise ; ce fait n'est pas discutable, car l'expérience est un tribunal sans appel.

Cela n'exclut nullement la possibilité de la fixation de l'azote atmosphérique par l'intermédiaire des plantes de cette famille, voire même de plusieurs autres ; au con-

traire, nous croyons que le témoignage des agriculteurs et même des savants confirme de plus en plus cette donnée expérimentale d'une si haute portée économique. L'expérience de M. Mercier, ancien ministre, rapportée à la Société centrale d'agriculture, nous paraît des plus démonstratives sous ce rapport. M. Mercier a cultivé de longues années dans un sol marneux sans employer un atome de fumier ; il pratiquait avec succès le système de la *sidération*, en semant des vesces et en les retournant en terre à la floraison ; il mettait ensuite de l'escourgeon, puis du seigle, et enfin du trèfle, dont il vendait la première coupe et retournait la seconde, ce qui lui donnait l'année suivante un fort beau blé.

Le fumier exerce cependant dans les terres fortes, appauvries ou épuisées, une action très sensible sur la végétation du trèfle, dans les Flandres et dans la Hesbaye, par exemple. Ce fait n'est pas discutable, et nous l'avons opposé depuis longtemps à des théories trop exclusives.

D'ailleurs les dernières recherches de M. Lawes, communiquées l'an dernier au Congrès scientifique de Berlin, établissent d'une façon péremptoire que les légumineuses enlèvent beaucoup d'azote nitrique au sol et au sous-sol, surtout celles dont le système radiculaire est très développé, comme les trèfles et les luzernes. Il doit donc exister, soit dans les plantes, soit dans le sol, une source permanente de restitution d'un élément que ces plantes prélèvent en si grandes quantités sans appauvrir le sol en azote total. Cette fonction est-elle dévolue à des microbes, comme la *nitrification,* qui, ainsi que l'a démontré M. Muntz, s'arrête dès que les conditions des ferments nécessaires à la vie font défaut ? Ou bien serait-elle due uniquement au jeu des forces physico-chimiques, comme le croyaient Thénard et G. Ville ? Nous trouvons-nous en présence d'un de ces étranges phénomènes de *symbiose* signalés dans ces derniers temps par les physiologistes, en vertu desquels, par exemple, certaines plantes supé-

rieures ne peuvent végéter normalement que lorsque leurs racines sont entourées de bactéries qui réduisent les matières organiques ?

Ce sont là des secrets que la science ne tardera probablement plus longtemps à nous révéler.

Il n'en est pas moins vrai que l'azote à l'état de sulfate d'ammoniaque exerce d'ordinaire une action nuisible sur le trèfle et sur les luzernes, qui absorbent cependant beaucoup plus d'azote que les céréales. Répandez au printemps dans un sol sablonneux du sulfate d'ammoniaque dans un champ de blé envahi par les vesces, et vous verrez aussitôt les céréales reprendre le dessus et la légumineuse parasite dépérir et disparaître. Les lupins et d'autres légumineuses rustiques, végètent parfaitement dans les sables calcaires presque dénués de l'élément azoté, mais pourvus de potasse et d'acide phosphorique, c'est-à-dire d'éléments fertilisants minéraux. C'est du moins ce qui résulte des expériences de H. Schultze à Lupitz, dans l'Altmark; l'on pourrait mettre en valeur les sables les plus arides comme ceux de nos landes campiniennes, en appliquant l'engrais minéral à dominante de potasse à la culture des plantes silicoles de cette famille. M. Van de Putte, directeur de l'établissement de Merxplas, en Campine, a constaté que les lupins et la serradelle poussent, comme le genêt et l'ajonc, dans nos sables dénués de matières organiques. Les pois et les vesces sont plus exigeants. En grande culture, ils veulent, comme les trèfles et les fèves, la présence de matières organiques dans le sol.

600 kilogrammes de kaïnite et 400 kilogrammes de phosphate précipité ou de nodules des Ardennes finement pulvérisés suffiraient, par exemple, pour obtenir ces résultats dans les terrains tourbeux et sablonneux.

Plusieurs agronomes ont institué cette année sur nos indications des expériences pour contrôler ces résultats qui, s'ils se confirment, nous permettront bientôt d'étendre la surface cultivée de notre pays.

Encouragé par les premiers résultats que nous avions obtenus, nous avons étendu en 1886 nos essais de culture dans le sable, pour étudier les exigences des plantes cultivées de diverses familles, et analyser l'action des divers engrais naturels et artificiels de notre pays.

Par cette méthode, comme le dit très bien M. G. Ville, on oblige en quelque sorte la plante à donner elle-même son avis sur la valeur des principes fertilisants qu'elle trouve à sa portée.

Cette manière de voir a été confirmée depuis par l'illustre doyen des chimistes et des agronomes de France, M. Chevreul. Il y a plusieurs années déjà qu'il affirmait l'insuffisance des analyses chimiques et la nécessité de l'analyse des engrais naturels et artificiels par la plante, pour procéder à la grande culture en connaissance de cause.

En voyant combien sont différents, dit M. Barral, les résultats obtenus dans la culture suivant les sols et les situations, les cultivateurs praticiens se convaincront qu'il n'y a pas de règle universelle pour l'application de l'engrais, et que chacun doit faire son étude chez lui avant de se décider à agir en grand. Enfin, M. Joulie concluait récemment de ses recherches que seule la composition des plantes reflète la composition du sol. Rien n'est plus vrai. Ainsi, dès que la potasse ou l'acide phosphorique, la magnésie, la chaux et le fer font défaut dans une terre, la composition des cendres l'indique et l'évolution du végétal s'en ressent. Les chimistes, qui publient des tableaux de la composition moyenne des plantes cultivées, n'insistent pas assez, à notre avis, sur les limites d'élasticité de leurs formules.

Dans notre cours de chimie agricole, nous avons appelé tout particulièrement l'attention des agronomes sur ce point capital, en publiant des analyses de cendres de blés cultivés dans différents sols et dont la composition minérale comporte de grands écarts.

Le principe des forces collectives, si bien mis en lumière par M. G. Ville, trouve à chaque instant des applications frappantes dans la pratique. Ici, c'est la potasse seule qui n'existe plus en quantité suffisante dans le sol quand les autres éléments surabondent, ce qui empêche la végétation du trèfle. Il suffit alors de restituer quelques kilos de cet élément pour remédier au soi-disant épuisement du sol. Là, c'est la magnésie ou le fer dont l'absence ou l'insuffisance entrave la végétation de l'escourgeon, de l'orge ou du lin (1).

Ailleurs, comme en Sologne, c'est le phosphore dont le défaut ne se traduit pas seulement par une végétation rabougrie, mais dont l'insuffisance se fait sentir également dans le règne animal et jusque chez l'homme, comme nous le verrons bientôt. L'herbe qui croît sur un sol pauvre en phosphore est aussi mauvaise pour les vaches laitières que pour les veaux et les poulains, quelle que soit d'ailleurs sa richesse en azote, en potasse et en chaux. Une simple herborisation suffit parfois pour reconnaître les éléments dont le sol est pourvu et ceux qui lui manquent. Aussi la végétation spontanée des fougères et de certaines légumineuses indique la richesse du sol en potasse, en magnésie ou en chaux. D'autres plantes indiquent l'absence de la chaux, de la magnésie ou des alcalins, la présence du fer, du manganèse, du zinc, etc.

La plante est en réalité d'une sensibilité extrême pour l'analyse du sol et des engrais. C'est à tel point que, dans le sable, la végétation accuse très nettement la présence d'un cent-millième de son poids de phosphate de chaux et d'un dix-millième d'azote (2), 1 cent-millième de phosphate de chaux correspondant à 5 millionièmes seulement d'acide phosphorique.

Le P^ce^ de Salm Horstmar a communiqué la chlorose à

(1) Voir notre Rapport à la Société centrale d'agriculture, juin 1886.
(2) *La production végétale*, par G. Ville, 2e édition, 1870, pp. 216-218.

l'avoine et au colza en les faisant naître dans un sol exempt de fer.

Le même phénomène se reproduit invariablement pour toutes nos céréales cultivées dans le sable pur, alors même qu'il contient abondamment les quatre éléments fertilisants de l'engrais chimique. Ce phénomène est très remarquable, car des analyses récentes établissent que le fer n'entre pas plus dans la composition du protoplasme que de la chlorophylle.

En Angleterre, dans le Cheshire, l'anémie accompagnée de goître et la consomption règnent en permanence dans toute la partie du comté de formation carbonifère. Ces maladies sont inconnues dans les parties du même district appartenant au vieux grès rouge. Or l'analyse chimique du froment a fait voir que le froment venu dans ce grès contient les proportions normales de fer et d'acide phosphorique, tandis que ces deux éléments n'existent qu'en proportion insuffisante dans la formation carbonifère. Ce n'est pas tout. Le sang des animaux élevés dans ces cantons se trouve aussi dans les mêmes conditions, en sorte que les habitants ne reçoivent qu'une quantité de ces substances beaucoup plus faible que ceux qui vivent dans les cantons situés sur le grès de Cheshire.

Un fait analogue a été relevé par M. de Quatrefages à la Société d'acclimatation, et par les chimistes allemands dans les prairies du Schleswig-Holstein, où le défaut de chaux et de magnésie empêche le développement du squelette des animaux des races bovine et chevaline. Ces prairies, d'après Emmerling et Wagner, donnent un bétail chétif, engraissant vite, ce qui est généralement un symptôme de misère physiologique. La prairie devient acide, parce que l'évolution régulière de l'humus est entravée, faute de bases alcalines, et la terre, emblavée en céréales, produit un grain vitreux, contenant peu de farine, mais dont la paille est abondante et tendre. Au contraire, le petit fourrage des prés de la Beauce est tellement riche en princi-

pes fertilisants, et notamment en matières azotées, qu'il détermine des accidents pléthoriques chez le bétail qui s'en nourrit; suivant Isidore Pierre, ces maladies favoriseraient singulièrement l'apparition des maladies charbonneuses.

La chimie agricole serait donc appelée à jeter un jour nouveau et précieux sur l'étiologie des maladies contagieuses.

Dans nos recherches sur les facultés d'assimilation des plantes cultivées pour les éléments fertilisants sous leurs formes diverses et dans leurs combinaisons multiples, nous avons abouti aux résultats les plus imprévus. M. Giele, directeur du jardin botanique de Louvain, a bien voulu surveiller lui-même ces expériences et en enregistrer les résultats. Après avoir décrit minutieusement les procédés suivis dans la plantation, la répartition des engrais, l'arrosage, etc., M. Giele écrit ce qui suit :

« Les expériences faites au jardin botanique de Louvain pendant les années 1885 et 1886 ont porté principalement sur les céréales, les graminées des prairies et les légumineuses alimentaires ou fourragères, cultivées dans des couches de différentes profondeurs de sable privé par le lavage de principes fertilisants solubles et de matières organiques, et dans divers sables naturels et stériles de notre pays, mélangés ou non à la craie, tels que le sable des dunes, le sable rupellien, tongrien, bruxellien, diestien. Chaque pot mesure 21 centimètres de diamètre sur 21 de profondeur. Les deux tiers environ sont remplis de gravier siliceux ou de débris de pots; le reste est du sable, ce qui donne une couche meuble, variant de quatre à huit centimètres, et dont le poids ne dépasse pas $3^k,5$.

» Chaque pot a reçu de quinze à vingt graines enfouies à une profondeur moyenne de 1 à 2 centimètres. Les espèces mises en expérience ont été, l'an dernier, l'avoine tartarique, l'avoine canadienne, le froment petit-roux, le seigle et l'orge, pour les céréales; les pois *Carlo*, pour

les légumineuses; le fromental et la fétuque des prés, pour les graminées.

» Cette année, outre les espèces ci-dessus dénommées, le pois gros carré Normand, le pois nain l'Évêque, l'avoine de M. Proost (1), l'avoine des salines, l'avoine noire de Suède, blanche de Groeningue, jaune anglaise, white canadian, le lupin blanc, le lupin jaune, le trèfle des dunes, la lupuline, la luzerne.

» L'an dernier, les premières semailles ont eu lieu le 24 mars, les secondes le 14 avril (céréales, pois et graminées), les troisièmes le 10 mai (pois); cette année, pour le seigle le 16 mars, pour les céréales et légumineuses le 23 mars. Enfin un troisième semis de pois et d'avoine a été fait le 6 mai.

» Les pots ont été mis en couche froide sous châssis jusqu'à leur levée, et puis en plein air; ils ont même été exposés cette année à une gelée de 2° à 4° sous zéro, dans le courant de juin.

» L'an dernier, on a mélangé intimement au sable, avant l'ensemencement, 1 pour cent de nitrate de potasse pur et 0,5 pour cent de superphosphate de chaux à 20 pour cent d'acide phosphorique.

» Depuis le jour de l'ensemencement jusqu'au 12 mai, ces plantes ne reçurent que de l'eau distillée; depuis le 13 mai jusqu'à la clôture des expériences, elles furent arrosées à l'eau de pluie. La quantité d'eau employée journellement pour 50 pots, en 1885, fut de 5 litres jusqu'au 13 mai; du 14 mai au 20 juin, de 10 litres; enfin, du 21 juin à la fin de l'expérience, de 20 litres.

» 150 grammes d'engrais chimique supplémentaire fut distribué sous forme d'arrosage, aux dates et dans les proportions suivantes :

12 mai, 30 grammes salpêtre.
19 mai, 30 grammes (20 salpêtre et 10 superphosphate).
2 juin, 20 grammes (5 superphosphate).

(1) Avoine de sélection, obtenue dans les polders avec engrais chimiques.

9 juin, 20 grammes (superphosphate).
18 juin, 30 grammes (salpêtre).
24 juin, 28 grammes (salpêtre).

» C'est dans ces conditions que végètèrent vigoureusement et normalement les céréales et les pois mis en expérience.

» Tandis que les céréales versaient dans les campagnes des environs de Louvain, sous l'action des pluies persistantes du mois de mai 1885, le froment, le seigle et l'avoine tenaient bon, dans une couche de sable ne dépassant guère huit centimètres de profondeur, et développaient un chevelu de racines si abondant que les galets ou les débris de pots, remplissant les deux tiers des vases, avaient disparu à la fin de l'expérience sous un véritable feutrage formé d'un inextricable lacis de radicelles.

» De nombreux visiteurs ont constaté, pendant toute la durée de l'expérience, la superbe apparence des céréales et des légumineuses. Les petits pois, semés fin avril, étaient aussi vigoureux et aussi fournis que ceux qui végétaient à côté, en plein terreau, dans le potager du jardin. Les avoines blanches et noires de Tartarie et l'avoine canadienne ont donné des graines lourdes et riches en principes azotés, qui ont parfaitement levé cette année. De même, les graminées fromentales et fétuques, restées sans engrais, ont continué à végéter vigoureusement, depuis l'an dernier, en brisant les vases qui les contenaient par la force d'expansion de leurs racines. Elles ont atteint, au mois de juillet dernier, une hauteur de 80 centimètres, sans avoir reçu autre chose que de l'eau. Cette année, M. le professeur Proost s'est attaché à simplifier encore et à varier les conditions de l'expérience.

» Dans ce but, il s'est fait adresser des échantillons de divers engrais naturels et artificiels et de divers sables stériles de notre pays, dont la composition moyenne est

connue, tels que les sables des dunes, les sables bruxellien, rupellien, tongrien, etc.

» Dans ces sables, j'ai semé l'an dernier les variétés ci-dessus dénommées (1).

» La presse a enregistré l'an dernier les brillants résultats de ces expériences publiques, qui ont vivement intéressé nos cultivateurs (*Gazette de Louvain*, 17 juillet; *Journal de Bruxelles*, 3 août 1885). Cette année les résultats obtenus sont plus intéressants encore. En effet, comme je le disais plus haut, les conditions des expériences ont été singulièrement simplifiées. On a supprimé les arrosages avec des solutions d'engrais chimiques, et la couche de sable de chaque pot a été réduite à une profondeur moyenne de 5 à 6 centimètres.

» Nonobstant ces simplifications, le froment a atteint, cette année, avec divers engrais complets, une hauteur de 82 à 110 centimètres, le seigle de 140 à 160, l'avoine de 110 à 120, l'orge de 90 à 110, les épis du froment une longueur de 8 à 12, ceux du seigle de 10 à 15, ceux de l'avoine de 15 à 25, ceux de l'orge de 8 à 12. Dans la série A, au nitrate potassique seul, l'épi de seigle a donné en moyenne 50 grains pesant 2 grammes (2); l'épi d'orge,

(1) TABLEAU DES ENGRAIS.

A) Nitrate de potasse seul.
B) Nitrate de potasse et phosphates de Sombreffe.
C) Engrais maritime animal (Sables d'Olonne, Vendée).
D) Nitrate de potasse et phosphate de chaux.
E) Nitrate de potasse et superphosphate.
F) Nitrate de potasse, phosphate (scories).
G) Craie phosphatée.
H) Sulfate d'ammoniaque.
J) Phosphate d'os.
K) Nitre et phosphate d'os.
L) Carbonate de potasse et phosphate d'os.
M) Nitrate de soude.
N) Nitrate de soude.
O) Nitrate de soude et phosphate d'os.
P) Carbonate de potasse.
Q) Carbonate de potasse et phosphate de chaux.
R) Carbonate de potasse et phosphate basique.
S) Nitrate de soude et phosphate de chaux.

(2) Cette expérience semble prouver que, contrairement au froment, le seigle comme l'avoine jouit de la propriété d'extraire du sable des dunes l'acide phosphorique qu'il contient. Il est à remarquer, de plus, que le seigle

22 grains pesant 1 gramme; l'épi d'avoine des Salines, 14 grains pesant 1/2 gramme; l'épi d'avoine blanche, 30 grains pesant $1^{gr},5$; et l'épi de l'avoine de sélection, 60 grains pesant 3 grammes.

» En ce qui concerne les autres séries, le temps m'a fait défaut pour peser isolément les produits des épis et des gousses. Cependant tous les visiteurs ont pu constater l'action remarquable exercée par les phosphates bruts dans nos divers sables, notamment par les phosphates de Ciply et les phosphates basiques de scories, dont l'action égalait presque celle des phosphates assimilables du commerce (1).

» On a pu constater également l'action particulièrement favorable exercée par les nitrates et les engrais azotés d'origine animale (série G) sur les légumineuses alimentaires et fourragères. Néanmoins, l'expérience a prouvé que les pois et les diverses légumineuses fourragères mises en expérience peuvent accomplir le cycle de leur évolution dans la craie phosphatée sans azote ou n'en contenant que des traces, mais sans atteindre la puissance de végétation et la richesse en principes albuminoïdes des pois traités au nitate potassique. Les trèfles des dunes *(Anthylis vulneraria)* et les lupins blancs et jaunes ont poussé dans les sables, lavés ou non, avec ou sans calcaire ; mais l'action de l'acide phosphorique et de l'azote sur ces plantes silicoles est particulièrement sensible dans les séries photographiées par M. Morren de Louvain.

» L'addition de la craie seule (carbonate de chaux) à dose variée (100 gr., 150 gr., 250 gr.), dans le sable lavé

employé n'appartient pas à une variété de printemps. Cependant, semé le 16 mars, il a donné en juillet un grain léger, mais parfaitement formé et mûr.

(1) La craie phosphatée de Ciply titre de 22 à 27 pour cent de phosphate tribasique. Les phosphates des Ardennes, qui contiennent moins de chaux, ont à peu près le même titre. Le phosphate de scorie, provenant de la fabrication de l'acier Thomas et Gilchrist, titre de 14 à 20 pour cent d'acide phosphorique, dont 3 à 8 pour cent solubles dans les acides faibles et considérés par les chimistes comme directement assimilables.

du Rupel n'a pas paru exercer une action très sensible sur la végétation et la maturation des pois.

» Le maïs n'a atteint qu'une hauteur moyenne de 1 mètre ; il faut tenir compte de ce que j'avais semé de 7 à 12 grains par pot, qui ont levé régulièrement, et que la couche de sable ne dépassait guère 6 centimètres de profondeur.

» Dans une couche de sable de 30 centimètres, nous avons obtenu, en caisse, par le mélange de nitrate potassique et de phosphate de chaux, du maïs *dent de cheval* mesurant près de $3^{m},50$ de hauteur ; ce qui démontre que le maïs peut se passer de fumier, lorsqu'il trouve à sa disposition les quantités d'eau et de principes fertilisants nécessaires à sa croissance.

» Les principales conclusions qui me paraissent découler de ces expériences sont :

» 1° Que l'on peut répéter avec succès, en plein air, les expériences du Muséum de Paris, qui démontrent que le sol n'est qu'un simple support de la plante, et que les agents de fertilisation se réduisent à quelques produits chimiques. Ces expériences placent donc à la portée de tous la démonstration expérimentale des principes de la chimie agricole.

» 2° Que l'humus ou le fumier ne sont pas nécessaires quand on dispose d'une quantité d'eau suffisante, puisqu'on peut obtenir une végétation normale avec des sels minéraux azotés.

» 3° Que la verse est due à la misère physiologique du végétal et au manque de lumière, beaucoup plus qu'à la nature du sol ou à son défaut de profondeur, puisque les plantes mises en expériences ont résisté à la verse dans une couche de sable extrêmement mince.

» 4° Que l'on peut réduire à deux termes les combinaisons élémentaires indispensables pour ces cultures.

» 5° Que ces combinaisons peuvent être réduites elles-mêmes à l'*unité*, c'est-à-dire qu'une même formule peut être employée avec succès dans les mêmes proportions

pour les cultures expérimentales de graminées, de légumineuses, etc.

« 6° Que par conséquent la doctrine qui affirme l'opposition entre les besoins des légumineuses et des graminées est trop absolue, les pois cultivés au nitrate de potasse ayant végété plus vigoureusement et plus normalement que ceux cultivés à l'engrais minéral seul.

« 7° Que certaines plantes puisent dans les sols les plus pauvres des aliments qui permettent de réduire singulièrement les formules d'engrais préconisées pour leurs cultures par les marchands d'engrais; ce que démontre particulièrement la culture expérimentale du seigle, des diverses variétés d'avoines et de pois, et des légumineuses fourragères, dans les différents sables stériles de notre pays. » (Signé) GIELE.

La conclusion de cette étude peut se résumer en deux mots : La chimie agricole est une science vaine, dès qu'elle cesse de s'appuyer sur les révélations de la physiologie. Conséquemment, les sciences biologiques sont aussi indispensables à l'agronome que les sciences du monde inorganique. Indépendamment des lois générales de la biologie qui s'appliquent à tous les végétaux supérieurs, les plantes ont des besoins divers selon leur espèce, et donnent des produits différents dans les différents sols.

Rien n'est donc plus dangereux que de généraliser en cette matière, comme la plupart des chimistes et des physiciens ont fait trop souvent jusqu'ici. L'analyse du sol par la plante et les cultures expérimentales dans le sable inerte peuvent seules prononcer en dernier ressort, non seulement sur la valeur nutritive des éléments contenus dans le sol, mais aussi sur celle des engrais qu'on y introduit.

Les discussions sur la valeur des différents phosphates employés par le commerce mettent particulièrement cette vérité en évidence aujourd'hui. Il est des plantes qui, comme l'avoine, le sarrasin, la pomme de terre, le topinambour, les légumineuses silicoles et calcicoles, savent

retirer du sol pour les mettre en œuvre des éléments fertilisants que le froment, par exemple, ne parvient pas à s'assimiler et que le chimiste ne parvient à isoler que par les réactifs les plus puissants. Ainsi, dans la Campine, la pomme de terre et le sarrasin semblent tirer facilement parti de la potasse mélangée au sable à l'état de silicate double, insoluble même dans les acides forts. Il en est de même dans certaines régions des Ardennes, où la restitution de la potasse ne produit point d'effet, bien que l'analyse chimique n'en ait découvert jusqu'ici dans le sol que des quantités insuffisantes.

Il faut donc que les agronomes complètent à tout prix leur éducation scientifique par une étude aussi approfondie que possible des lois de la végétation, dans leurs applications spéciales à nos diverses espèces de plantes cultivées dont les besoins physiologiques diffèrent. L'avenir de notre agriculture est subordonné à l'acquisition de ces connaissances. C'est ce que notre honorable ministre de l'agriculture a parfaitement compris, et il vient encore de le montrer en invitant les agronomes de l'État à suivre dans le courant de l'été un cours de physiologie végétale et de microscopie au jardin botanique de Bruxelles (1).

Nous sommes heureux de saisir cette occasion de rendre hommage au ministère conservateur, qui, le premier en Belgique, n'en déplaise aux détracteurs de parti pris, a vigoureusement pris en main la cause de l'agriculture et ne cesse de concourir, par tous les moyens que la science met au service des travailleurs intelligents, au progrès de cette grande industrie.

L'on a compris enfin sa fonction prépondérante dans l'économie sociale. L'on n'ignore plus que l'agriculture seule régénère la force vive des nations, tant au point de

(1) Les cours de physiologie et de microscopie végétale ont été donnés, au jardin botanique de l'État, par M. Laurent, professeur à l'École d'horticulture de Vilvorde; le cours de microscopie minérale par M. Renard, conservateur au Musée d'histoire naturelle de l'État.

vue matériel qu'au point de vue moral, que les classes rurales jouent dans l'organisme social le même rôle que les organes régénérateurs de la force et du sang dans l'organisme individuel; que, là où l'industrie et le commerce transforment et transportent, c'est-à-dire dépensent de l'énergie, l'agriculture seule accumule la force qu'elle emprunte au soleil, et n'enlève au sol que ce qu'elle peut lui rendre avec usure.

Combien de législateurs ont-ils compris cette grande vérité naturelle dont nous n'avons conscience d'ailleurs que depuis un demi-siècle? Nous n'avons cessé de le dire et nous ne craignons pas de le répéter aujourd'hui : en Belgique comme ailleurs, les hommes politiques étrangers à la science de la nature, et dédaignant de s'initier à ses conquêtes, qui n'ont cessé pendant un demi-siècle de protéger l'industrie et le commerce aux dépens de nos campagnes, ont rompu l'équilibre économique et social de la nation.

En entravant aveuglément le progrès des industries agricoles par des mesures fiscales, en refusant aux campagnes l'instruction professionnelle, le crédit, les moyens de transport qu'ils prodiguaient à l'industrie et au commerce, ils ont déterminé cette émigration si menaçante des campagnes vers les villes, et provoqué cet état de pléthore sociale qui, comme la pléthore organique, aboutit à l'apoplexie, c'est-à-dire aux révolutions.

M. Virchow a très justement comparé les habitants d'un pays aux globules sanguins qui circulent dans le corps humain. Lorsque ces globules se retirent des extrémités et des membres pour se porter en masse vers les viscères, c'est-à-dire vers les centres, le dénouement fatal est proche, si l'on ne conjure point ces fâcheux symptômes par une réaction prompte et énergique. La décomposition du sang ne tarde pas à se produire, alors même que la congestion ne foudroie pas subitement le malade.

Nous en sommes là. Le découragement et la colère rem-

plissent le cœur de tous ces déclassés d'aujourd'hui, qui seront les révolutionnaires de demain si nous n'y prenons garde. Nos administrations, nos banques, nos maisons de commerce, nos établissements industriels sont assiégés par des milliers de quémandeurs qui ont abandonné la charrue pour la plume, la campagne pour la ville, et qui peut-être un jour songeront à s'emparer par la violence de ce pain qu'ils ne savent plus produire et qu'ils ne savent point gagner. Le paysan se considère aujourd'hui comme un paria, et il rougit du métier qu'il exerce.

En cette occurrence que reste-t-il à faire?

Le gouvernement actuel l'a parfaitement compris. Il faut relever avant tout le niveau moral des cultivateurs, il faut les ennoblir à leurs propres yeux; non pas en leur octroyant comme Philippe III des lettres de noblesse, mais en leur accordant ce qu'il faut pour triompher de la nature et pour lutter à armes égales contre l'étranger; en leur donnant conscience de la grandeur et de l'importance de leur rôle dans l'organisme social, c'est-à-dire dans l'économie de la nation.

Il faut que dorénavant nos écoles ne soient plus, comme le disait récemment à la chambre des représentants M. le ministre de l'agriculture, de belles et grandes lanternes, où l'on n'aurait oublié qu'une chose, comme dans la fable, à savoir d'apporter la lumière.

Le cultivateur instruit, pour lequel les phénomènes de la nature ne sont plus lettre morte, ne tarde pas, quelle que soit d'ailleurs la rusticité de ses mœurs, à se passionner pour la lutte qu'il livre à la nature en connaissance de cause. Dès lors, il relève le front, car il sait qu'il ne se défend plus en aveugle, et cette conscience de sa force, en centuplant son énergie dans les moments critiques, le soutient et le garantit contre les suggestions du désespoir.

A. Proost,
Inspecteur de l'agriculture.

L'APPLICATION

DE

L'ANALYSE MATHÉMATIQUE

AUX AUTRES SCIENCES (1).

La science a conquis, dans notre siècle, par ses nombreuses découvertes et par l'utilité de ses applications pratiques, une autorité aussi universelle que solidement assise ; mais elle ne doit pas son importance uniquement aux problèmes dont elle a rencontré la solution dans son propre domaine, aux nécessités de la vie qu'elle a soulagées ou satisfaites ; elle la tire principalement de la vive lumière qu'elle projette sur des questions, jadis obscures et embrouillées, aujourd'hui claires et accessibles à toute intelligence que les préjugés n'ont point affaiblie. Bien qu'ayant chacune son champ propre et bien délimité, la science et la philosophie se compénètrent en partie. Il n'est pas possible à la science, comme certaines gens le croient, de faire abstraction de la philosophie.

(1) Conférence faite en espagnol à l'*Ateneo* de Madrid, par M. Fr. Iñiguez, membre de la Société scientifique de Bruxelles et professeur à l'université de Madrid.

Celle-ci a pour objet les premières notions de la raison humaine, la pensée elle-même et ses lois, l'essence des choses, les principes suprêmes de la connaissance et de l'existence ; et, comme le point de départ de toute science est un principe purement intellectuel, antérieur et supérieur à toute expérience, c'est à la philosophie qu'il appartient de marquer la solidité du principe adopté. Ensuite, dans l'évolution successive des questions que la science étudie, c'est encore à la philosophie qu'il appartient d'apprécier la légitimité des inductions et déductions, des raisonnements, en un mot, qui servent à établir les vérités successivement enchaînées l'une à l'autre. Nous le voyons donc : ni dans son commencement, ni dans ses développements, la science ne peut faire abstraction des enseignements de la philosophie.

La philosophie à son tour ne peut pas se séparer de la science; elle ne peut pas en oublier les affirmations sur plusieurs points qui sont en rapport fort étroit, soit avec le domaine et le champ de la métaphysique, à laquelle la science ouvre de nouveaux horizons, soit avec la solution même des problèmes qu'elle étudie. La science la détournera de certaines voies qui la conduiraient sûrement à l'absurde; elle lui en montrera d'autres où il y a plus de chance d'atteindre un résultat certain. J'indiquerai fort superficiellement quelques-uns de ces points de contact entre l'une et l'autre de ces deux branches du savoir humain.

Pénétrant dans le monde physique, la science a découvert les lois mécaniques qui régissent les mouvements des grandes masses et les actions et réactions des éléments atomiques. En analysant patiemment les phénomènes du monde matériel et inorganique, en les rapportant les uns aux autres comme causes et effets, elle est arrivée, par des synthèses successives, à établir que les phénomènes en question se réduisent tous en définitive à de simples mouvements d'un certain nombre d'éléments

matériels, appelés atomes, les uns pondérables, régis par des lois d'attraction mutuelle, les autres impondérables et dans un état continuel de répulsion réciproque. Les mouvements de ces atomes, mouvements de translation en commun ou de simple vibration, et leurs mutuelles influences suffisent pour expliquer tous les phénomènes, même ceux dans lesquels le mouvement est le moins perceptible, comme le son et la lumière, l'électricité et le magnétisme, la chaleur et les actions chimiques. Recherchant ensuite comment les atomes se groupent pour former les corps et quelle est leur nature intime, elle a découvert que les corps ne sont pas des masses continues, que leur étendue n'est pas occupée totalement par les atomes, mais que ceux-ci se trouvent séparés les uns des autres, maintenus à distance par leurs actions mutuelles ; et, quant à la nature de ces éléments matériels, la science affirme, — telle est du moins l'opinion qui réunit aujourd'hui la plus grande somme d'autorité, — que les atomes ne sont autre chose que de simples points géométriques, sans étendue, servant chacun de siège à une force dont les points d'application se trouvent dans les autres. Mais, quoi qu'il en soit de l'étendue des atomes, la science enseigne, et c'est ce qu'il importe de consigner ici, que l'univers n'est pas une masse continue, mais qu'il est formé par la réunion d'éléments distincts. Ce résultat s'impose à la philosophie, et l'oblige à considérer le monde comme limité dans l'espace, puisque, étant une somme d'éléments, il ne peut être infini en étendue.

En étudiant attentivement les lois qui régissent la propagation et les transformations successives de l'énergie, la science a découvert que ces transformations ne s'accomplissent pas circulairement, avec retour périodique à l'état initial, mais qu'elles ont lieu toujours dans un même sens, l'énergie dynamique se transformant peu à peu en énergie calorifique. Et comme on démontre, par des procédés et des méthodes dont l'exactitude est à l'abri de toute cri-

tique, que les lois physiques sont partout identiques, le résultat précédent, appliqué au système du monde, montre d'une manière décisive que l'univers aura une fin ; que, limité dans l'espace, il l'est aussi de même dans le temps ; affirmation qui convainc d'absurdité et réduit à néant tout système philosophique dont la base serait l'éternité de l'univers.

Mais les bornes mises, pour ainsi parler, à la philosophie ne sont pas l'unique conséquence qui se déduise des exemples cités. L'existence des atomes entraîne avec elle la nécessité d'étudier leur essence et leurs influences mutuelles ; les bornes de l'univers dans le temps font surgir les problèmes de la création et de la destinée future des êtres qui y sont renfermés. Si, par leur nature, ces questions appartiennent à la métaphysique, il n'en est pas moins certain qu'elles se posent comme conséquence des dernières affirmations scientifiques.

Les phénomènes matériels, comme il a été dit, se ramènent tous à des mouvements régis par les lois de la dynamique. Mais notre propre conscience nous révèle à l'évidence que, dans nos mouvements et même dans nos sensations, il y a quelque chose qui dépend de nous-mêmes ; quelque chose qui nous met au-dessus du monde physique, où tout arrive d'une manière nécessaire ; quelque chose, enfin, qui nous permet de modifier en partie les mouvements atomiques et d'en disposer convenablement pour atteindre des fins choisies d'avance. Ce résultat nous conduit à affirmer qu'il existe dans nos actions un principe distinct des atomes, un principe qui jouit de spontanéité et de liberté. L'existence de ce principe, de l'esprit, donne naissance à une multitude de questions connues de tous, et que je n'ai pas à énoncer à présent ; mais je dois vous faire remarquer qu'il surgit ici encore un nouveau rapport entre la philosophie, à laquelle il appartient d'étudier la nature de l'esprit, et la science, de qui relèvent les phénomènes matériels où l'esprit intervient.

Je pourrais m'étendre davantage sur cette matière, traitée avec la plus profonde érudition par le R. P. Carbonnelle (1); mais il suffit des exemples que j'ai cités, pour laisser suffisamment prouvée l'affirmation énoncée tantôt, et pour faire comprendre aussi la raison qui pousse aujourd'hui les philosophes les plus distingués à chercher dans les connaissances scientifiques la base de leurs théories. L'autorité de la science est si généralement sentie actuellement, que tous veulent s'abriter sous son ombre; il arrive même, chose extrêmement curieuse, que les défenseurs des plus grandes absurdités se présentent comme les légitimes représentants du progrès scientifique.

Il est donc d'une souveraine importance de rechercher à quoi la science doit la perfection qui lui a valu son autorité; et, pour peu que, dans ce but, on examine son histoire, on voit que ce renom, justement conquis, est une conséquence de l'exactitude des méthodes, et principalement de l'emploi du calcul. Telle est la confiance qu'inspirent les mathématiques comme moyen d'analyse, qu'on en a voulu faire l'application à toute espèce d'études: on ne l'utilise pas seulement en astronomie, en physique, dans ces sciences, enfin, où les phénomènes étudiés sont purement mécaniques; on les applique aussi à la physiologie, à la psychologie, aux sciences sociales. La considération d'une telle universalité m'a porté à proposer le sujet qu'avec l'approbation du bureau de la section, j'ai à développer ce soir, en acquit de la charge dont vous m'avez honoré. Je parlerai sur *l'application de l'analyse aux autres sciences.* Mon principal objet est de donner à ceux qui se consacrent à des études en rapport avec cette matière une occasion de nous apporter les lumières de leur science. Soyez donc indulgent pour mon travail; corrigez-en les erreurs et comblez-en les lacunes. Ainsi le résultat sera aussi parfait que possible, et pour ma

(1) *Les Confins de la science et de la philosophie.* Bruxelles.

part j'aurai une obligation de plus de vous payer le tribut de reconnaissance dont je vous suis déjà redevable pour tant de motifs.

Toute la valeur des mathématiques, comme moyen d'investigation scientifique, consiste principalement dans la sûreté de leur façon de raisonner et dans leur puissance analytique. Si compliquées que soient les relations qui existent entre les diverses variables intervenant dans un phénomène, les mathématiques conduisent sûrement l'intelligence jusqu'aux conclusions dernières, et donnent le moyen de marquer à chaque élément la part qui lui revient dans le phénomène. Les mathématiques sont en outre un langage qui l'emporte en clarté et en concision sur tout autre. « Il n'est pas une figure de rhétorique, a dit un savant éminent, qui puisse se comparer pour l'élégance avec une formule mathématique. » Mais dans cette propriété, à laquelle les mathématiques doivent une si grande part de leur importance, réside aussi la plus grande difficulté de leur emploi ; car les vérités mathématiques ne comportent pas d'à peu près ; elles sont tout ce qu'elles sont ou elles ne sont rien. Si les termes employés perdent de leur précision, les propositions énoncées cessent d'être certaines ; et partant on ne peut altérer le moins du monde la signification des mots et des modes d'expression adoptés par les mathématiciens : principe dont l'oubli conduit fréquemment à des résultats absurdes, ou tout au moins inutiles, ceux qui, trompés par la signification que le langage ordinaire attache aux termes en question, ne les emploient pas dans leur vrai sens.

On comprend déjà, par ce que j'ai dit, ce que sont les mathématiques comme moyen d'investigation et de démonstration scientifiques : une langue claire et précise, un mode de raisonner bref et sûr et un puissant moyen d'analyse. Mais la base qui leur sert de point de départ leur est entièrement étrangère : elle consiste soit en une

loi expérimentale, soit dans une hypothèse fort probable; et les mathématiques ne donneront rien qui ne soit contenu dans cette loi ou cette hypothèse. On peut conclure de là avec quel soin il faut procéder au choix du principe fondamental qui, dans une science quelconque, doit donner entrée au calcul.

« On compare souvent, dit Moutier (1), l'analyse mathématique à un moulin; mettez-y du blé, vous aurez de la farine,... mais les moissons les plus riches pourraient entasser dans les greniers les provisions de blé les plus abondantes sans grand profit pour l'alimentation, si le grain ne pouvait être converti en farine. » La même chose a lieu pour les résultats de l'expérience, qui sont ici le grain : ils ont beaucoup de valeur par eux-mêmes, mais sans le calcul il serait impossible de connaître tout ce qui y est renfermé.

Tâchons maintenant de comprendre de quelle manière les mathématiques pénètrent dans les autres sciences. Un examen, même assez rapide, de celles qui par leur précision et par leurs procédés semblent à première vue une branche des mathématiques pures, sera très utile pour notre dessein; car, en même temps qu'il nous permettra d'apprécier à sa juste valeur l'importance et le caractère du procédé mathématique, il nous donnera proportionnellement le criterium sûr pour juger les autres branches des connaissances auxquelles on prétend appliquer la même méthode. L'astronomie est le meilleur exemple que nous puissions choisir; la physique aussi nous fournira quelques renseignements. Examinons à grands traits l'histoire de la première.

Le spectacle que les cieux nous offrent a toujours été trop magnifique pour échapper à l'attention des hommes. Mais l'idée primitive qu'on se fit de l'univers fut on ne peut plus rudimentaire : une immense coupole sur un plan

(1) Moutier, *La Thermodynamique*. Paris, 1885, pag. 189.

horizontal. Les voyages firent comprendre bientôt que la base de cette coupole n'était pas aussi proche que le disaient les apparences : le changement d'aspect du ciel, quand l'observateur se transportait d'un point à un autre assez distant sur la surface de la terre, manifesta clairement que la voûte étoilée ne se bornait pas à couvrir l'horizon, mais qu'elle enveloppait entièrement notre globe. Le passage d'un concept à l'autre dut être rapide, et s'effectuer aussitôt que le genre humain occupa une étendue considérable sur la terre, puisqu'il suffit de contempler le ciel pour faire cette découverte.

Les nécessités de l'agriculture et de la navigation firent passer les astronomes de la contemplation à l'observation: bientôt ils découvrirent qu'il y a des astres apparemment fixes et des astres qui occupent successivement des positions distinctes; ils observèrent les éclipses de soleil et de lune et enregistrèrent leurs dates; et en les comparant, au bout d'un certain temps, ils notèrent que ces phénomènes sont soumis, dans leur succession, à un ordre déterminé.

Jusqu'à ce qu'on en vînt là, il ne pouvait y avoir une astronomie de caractère scientifique; mais, une fois connus les mouvements du soleil et de la lune, la cause de leurs éclipses et des phases de cette dernière, les planètes et leurs révolutions, la sphéricité de la terre et sa grandeur, le moment était venu de penser aux lois des mouvements célestes.

Peu de renseignements nous restent sur les premiers astronomes, mais nous en avons assez pour comprendre comment des observateurs, sans l'aide des instruments, parvinrent par leur seul génie à faire des découvertes si importantes. Pour faciliter l'observation, ils avaient divisé la sphère céleste en constellations : les plus remarquables étaient les douze constellations du zodiaque, entre lesquelles s'effectuaient toujours les mouvements du soleil, de la lune et des planètes alors connues.

Les premières données numériques que nous rencon-

trons dans l'astronomie antique sont celles qui regardent la durée de l'année, corrigée successivement jusqu'à atteindre presque l'exactitude ; la durée du mois, adaptée au mouvement de la lune ; et les périodes plus longues, à la fin desquelles, les positions relatives du soleil et de lune étant rétablies, les éclipses se répètent dans le même ordre et peuvent être annoncées avec une certitude suffisante. La semaine, la période la plus ancienne et sans doute la plus universelle, puisqu'elle était la même chez tous les peuples, depuis la Chine jusqu'à l'Atlantique, eut une origine à la fois astronomique et religieuse.

Là s'étaient arrêtées les connaissances astronomiques chez les Chinois et les Chaldéens, les Indiens et les Égyptiens.

Les Grecs considérèrent l'astronomie comme une science purement spéculative : ils n'étaient point observateurs, et leurs théories, en général, loin d'être utiles au progrès scientifique, y mirent plutôt obstacle.

Jusqu'à l'école d'Alexandrie, l'astronomie pratique n'était pas plus florissante que l'astronomie théorique. Le gnomon, verge ou colonne verticale, qui servait pour mesurer la longueur de l'ombre projetée par le soleil à midi, était presque l'unique appareil employé par les astronomes.

Ceux de ladite école, fondée trois cents ans avant Jésus-Christ, observaient déjà systématiquement : ils employaient des appareils imaginés dans un but mathématique ; ils fixaient la position des astres par longitudes et latitudes, et les points de la terre d'une manière analogue ; enfin, ils possédaient une géométrie assez avancée et une trigonométrie, sinon parfaite comme l'actuelle, au moins suffisante pour les nécessités de leurs calculs. Par ces moyens, ils purent mieux apprécier les détails des mouvements célestes, et faire des mesures qui, bien que fort éloignées de la réalité, permirent de comprendre que la distance qui sépare la terre des étoiles est immense par

rapport à la distance des planètes entre elles. Ces nouvel les connaissances firent que le concept primitif de l'univers se modifia, car il n'était plus possible de considérer tous les astres comme fixes sur une sphère de cristal : les données acquises sur le mouvement des planètes permirent d'imaginer un système astronomique, le premier qui dans l'histoire de la science soit digne de ce nom.

La seule branche des mathématiques qui eût alors quelque développement était la géométrie, et elle seule intervint dans le système qui porte, comme on sait, le nom de Ptolémée, et qui date du deuxième siècle de notre ère. Malgré son incontestable imperfection, due en partie aux écoles de philosophie grecques, d'après lesquelles le seul mouvement possible pour les astres est le mouvement circulaire et uniforme, il atteignait cependant un but scientifique, en tant que, par des combinaisons de cercles, il permettait de représenter et de soumettre au calcul les mouvements célestes.

Ce que j'ai dit jusqu'ici nous permet déjà de voir comment, par l'emploi des mathématiques, des faits observés isolément se groupent pour constituer une théorie et acquièrent un caractère scientifique. Pour l'obtenir il n'a pas suffi d'observer, de mesurer et de comparer des grandeurs, des distances et des temps ; il a fallu en outre une double hypothèse, à savoir : que la terre se trouve immobile au centre de l'univers, et que les mouvements des astres sont uniformes et circulaires. L'une et l'autre étaient fausses et pourtant, malgré tout, elles furent une base de progrès. C'est que les hypothèses, quand on les pose bien, sans oublier leur caractère, sont un des auxiliaires les plus puissants de la science. « Telle est la faiblesse de l'esprit humain, dit Laplace (1), qu'il a souvent besoin de s'aider d'hypothèses pour lier entre eux les phénomènes et pour en déterminer les lois ; en bornant les hypothèses à cet usage, en évitant de leur attribuer de

(1) *Œuvres complètes de Laplace*, Paris, 1884; t. VI, p. 420.

la réalité et en les rectifiant sans cesse par de nouvelles observations, on parvient enfin aux véritables causes, ou du moins on peut les suppléer et conclure des phénomènes observés ceux que des circonstances données doivent développer. »

Les Arabes propagèrent en Occident les connaissances de l'école d'Alexandrie ; ils perfectionnèrent par leurs travaux les données de l'observation, mais ils ne changèrent absolument rien aux principes. Avec des appareils plus délicatement construits, et le secours du temps, seul élément dont les astronomes ne disposent pas à leur gré, on découvrit de nouvelles particularités des mouvements planétaires; mais chaque détail nouveau que l'observation faisait percevoir dans le mouvement d'une planète, obligeait en général à ajouter un cercle de plus à ceux qu'on avait employés d'abord pour faire concorder l'observation avec la théorie. Il se fit ainsi que l'accumulation des cercles et des épicycles en vint à être telle que l'intelligence se fatiguait à les considérer. On raconte que, pour ce motif, notre roi Alphonse le Sage dit un jour devant le conseil de ses astronomes : « Si Dieu m'avait consulté pour faire le monde, les choses auraient été mieux faites » : ce mot remarquable révèle combien les astronomes se défiaient de leur œuvre, en comparant une telle complication avec la simplicité qui caractérise toutes les œuvres de la nature.

Deux causes s'opposaient au progrès scientifique dans le moyen âge : l'une, c'est que l'idée de cause ne préoccupait pas les hommes de science ; l'autre fut l'isolement dans lequel ils vivaient. Ils se contentaient de pouvoir expliquer les particularités des phénomènes sans essayer de s'élever à la connaissance des causes qui les produisent; et il n'y avait nul commerce d'idées entre les savants, chacun se voyait dans la nécessité d'être tout, géomètre, physicien, astronome. Ces obstacles disparurent l'un et l'autre au commencement de l'époque moderne. L'intelligence alors ne se contente plus des faits,

elle veut connaître leurs causes; et, d'un autre côté, la division du travail, si nécessaire pour tout progrès, est parfaitement atteinte par l'établissement des sociétés savantes. C'est avec raison qu'on a appelé *renaissance* cette période remarquable de l'histoire ; il semble qu'une nouvelle vie anime l'humanité, les génies se succèdent sans interruption, il se crée des sciences jusqu'alors ignorées, les sciences déjà connues se perfectionnent rapidement, et le progrès est général.

L'astronomie eut aussi sa part dans cette universelle transformation. Déjà le cardinal de Cusa avait ressuscité les idées des pythagoriciens sur le mouvement de la terre; mais la gloire d'avoir perfectionné le système astronomique revient de droit à Copernic. Grâce au talent et à l'énergie du savant chanoine de Thorn, la terre prit dans le mouvement planétaire la place qui lui appartient; son mouvement de rotation expliqua en toute simplicité le mouvement diurne des astres; sa translation autour du soleil, jointe à celle des autres planètes, expliqua les particularités singulières qu'offrent celles-ci, les stations et rétrogradations; enfin la nouvelle hypothèse, et je dis hypothèse parce que l'idée du mouvement de la terre n'était encore rien de plus, offrit une base sûre pour calculer, ce qu'on n'avait pas atteint jusqu'alors, le rapport numérique qui existe entre les distances des corps du système solaire. Le système de Copernic corrigea ainsi une des inexactitudes fondamentales du système de Ptolémée, celle qui est relative à l'immobilité de la terre; mais elle laissa subsister celle qui se rapporte au mouvement circulaire, et il est remarquable qu'une intelligence aussi indépendante que celle de Copernic, ne sut pas se soustraire à l'influence, encore dominante, de la philosophie grecque, défaut qu'on note dans plusieurs parties de son œuvre.

En comparant maintenant les deux systèmes, celui de Ptolémée et celui de Copernic, sous le point de vue qui

se rapporte à notre objet, vous pouvez voir clairement une des particularités que j'ai signalées en commençant sur le pouvoir analytique des mathématiques. La partie de celles-ci qui intervient dans un système et dans l'autre est la même, la géométrie toute seule ; la différence des résultats provient uniquement de la différence des points de départ. Supposé la terre immobile, il était nécessaire d'expliquer toutes les particularités du mouvement comme des phénomènes exclusivement propres aux planètes; sur les distances relatives de celles-ci, les hypothèses admises ne renfermaient rien, et les mathématiques ne pouvaient rien déduire. En admettant, au contraire, avec Copernic, le double mouvement de la terre, il fallait considérer les phénomènes des mouvements planétaires comme réels en partie, et en partie comme apparents parce que le mouvement de la terre se reflétait pour ainsi dire sur eux ; de plus, la terre se transportant d'une extrémité à l'autre de son orbite, donnait une ligne d'appui pour y rapporter les distances planétaires. On ne connaissait pas encore la longueur de cette ligne; mais on put bientôt calculer les rapports numériques qui existent entre elle et toutes les lignes analogues, et plus tard il devint possible, par une seule opération d'arithmétique, de passer des grandeurs relatives aux grandeurs absolues, aussitôt que la valeur du diamètre de l'orbite terrestre fut connue.

Après Copernic apparaît la figure de Tycho-Brahé. Son système astronomique fut certainement un recul, puisque, croyant établir un autre système distinct, il ne fit en réalité que ressusciter celui de Ptolémée. Mais en revanche, observateur infatigable et favorisé par les puissants de ce monde, il eut tout ce qu'il fallait pour laisser à ses successeurs un précieux ensemble d'observations astronomiques d'une remarquable exactitude.

Képler lui succéda, homme d'un génie subtil et d'une constance imperturbable, encore que ses idées fussent parfois égarées par des illusions métaphysiques, qui lui cau-

sèrent assez de préjudice en l'occupant beaucoup de temps à des travaux stériles et en retardant ses découvertes. Enfin, d'une part, la connaissance de l'ellipse, de l'hyperbole et de la parabole, des sections coniques, en un mot, étudiées déjà par les géomètres grecs, et, d'autre part, l'étude minutieuse des observations de Tycho-Brahé, le conduisirent à affirmer que la courbe réellement décrite par les planètes dans leurs révolutions n'est pas le cercle, mais l'ellipse, et que le soleil ne se trouve pas au centre, mais à l'un des foyers de ladite ellipse.

Il ne fallut pas moins de dix-huit siècles, pour que se trouvât ainsi corrigée la seconde erreur fondamentale des astronomes d'Alexandrie, née des idées dominantes dans la philosophie grecque. Cela montre combien sont nuisibles, combien peuvent retarder la marche des sciences les préjugés de ceux qui les étudient.

« Le philosophe vraiment utile au progrès des sciences, dit Laplace, est celui qui, réunissant à une imagination profonde une grande sévérité dans le raisonnement et dans les expériences, est à la fois tourmenté par le désir de s'élever aux causes des phénomènes et par la crainte de se tromper sur celles qu'il leur assigne. » Règle très sage, dont la méconnaissance ou l'oubli ont fait tomber dans le discrédit une multitude de spéculations, qui, malgré des apparences de réalité, se sont trouvées, quand on les a soumises à l'analyse, n'être plus qu'un produit de l'imagination.

Les cieux solides des anciens une fois abandonnés, les astronomes s'occupèrent de rechercher la cause qui retient les planètes dans leurs orbites. Copernic devinait déjà la force de la gravitation, Képler parvint à la formuler avec assez de clarté, mais c'est à Newton que revient l'honneur de l'avoir définitivement établie.

Avant lui, Descartes avait tâché d'expliquer la cause du mouvement des planètes; il imagina, dans ce but, son système des tourbillons, œuvre extravagante par mille endroits et indigne de l'esprit de son auteur.

Quand Newton se livra à ses travaux les plus importants, les mathématiques avaient atteint déjà un grand développement. L'algèbre était formée, on avait découvert la trigonométrie des sinus; Descartes avait inventé la géométrie analytique; les principes du calcul infinitésimal étaient connus; Galilée avait découvert les lois de la chute des corps et jeté les fondements de la mécanique; Huygens avait trouvé les lois de la transmission du mouvement, il avait étudié la force centrifuge et fait connaître la théorie du mouvement sur les courbes; Hooke avait fait voir que le mouvement des planètes est le résultat d'une projection tangentielle à l'orbite et d'une force attractive dirigée vers le soleil; Picard, enfin, avait mesuré un arc de méridien, qui permettait de calculer avec une approximation suffisante le rayon terrestre.

Newton imagina que la force attractive du soleil sur les planètes, comme celle des planètes sur leurs satellites, doit être analogue à celle qui fait descendre les corps à la surface de la terre : le calcul confirma sa théorie, et lui permit d'établir que les corps célestes sont doués de forces d'attraction réciproque, proportionnelles aux masses, et variant en raison inverse des carrés des distances, principe unique sur lequel repose depuis lors toute la mécanique céleste. Considérant ensuite les forces des astres comme résultant des actions de leurs particules, il étendit à celles-ci la loi qu'il avait découverte, qui a été depuis constamment confirmée et qui est la plus générale que l'on connaisse.

Cette loi découverte, les mathématiques s'emparèrent entièrement des espaces célestes : leur seule application a permis d'expliquer tous les phénomènes du mouvement planétaire; de faire des découvertes notables, comme celle de la planète Neptune, et de donner la démonstration expérimentale du mouvement de rotation de la terre, qui cessa ainsi d'être une hypothèse. Il en fut de même pour le mouvement de translation, quand, le perfectionnement

des lunettes astronomiques permettant de les appliquer avec une précision suffisante à la mesure des angles, on découvrit le phénomène de l'*aberration*.

Les progrès de la physique moderne et le perfectionnement des télescopes ont permis aux astronomes d'étendre leurs investigations jusqu'aux étoiles appelées fixes : le résultat a été de rencontrer partout les mêmes lois, non seulement mécaniques, mais physiques et chimiques. Entre les services rendus par la physique à l'astronomie, il faut noter pour sa transcendance l'explication, donnée par la thermodynamique, du ralentissement de la rotation terrestre, dû au choc sur les côtes de l'eau soulevée dans les marées : découverte importante, qui, fixant une limite à l'ancienneté de la terre, en fixe une également aux partisans de certaines théories qui exigent pour base indispensable un temps indéfini.

Bien que le principe unique de la gravitation universelle permette d'expliquer rationnellement les mouvements célestes, cependant l'application en est laborieuse, parce que chaque astre a certains éléments numériques ou constantes, qu'il faut déterminer pour les introduire dans les formules générales. Les lois de Képler établissent des relations entre quelques-uns de ces éléments, mais celles qui relient la plupart d'entre eux sont inconnues. Les théories cosmogoniques modernes tendent à combler ce vide. Celle de Laplace a été stérile sous ce point de vue, circonstance qui n'a rien d'étrange, puisque récemment on a démontré la fausseté d'une de ses hypothèses fondamentales. A la théorie de Laplace a succédé celle de M. Faye, si récente que les astronomes n'ont pas encore eu le temps d'en déduire des conséquences utiles, et qu'on se borne à démontrer qu'elle satisfait pleinement aux exigences de l'observation.

La théorie des erreurs est une découverte très importante, qu'il n'est pas possible d'omettre, quand on traite de l'application des mathématiques aux sciences d'observation.

Les observateurs anciens mettaient toute la diligence possible à la construction et à l'installation de leurs appareils, et en acceptaient ensuite comme exactes les indications; les modernes sont loin de négliger ce que soignaient tant leurs prédécesseurs, mais ils savent que, malgré les progrès des arts, tout appareil, si parfait qu'il soit, a de légers défauts qui influent sur le résultat des observations où il est employé. Ils recherchent donc quelles erreurs comporte l'appareil, ils déterminent leur grandeur avec une attention scrupuleuse, et peuvent ainsi toujours réduire l'influence de ces erreurs sur les résultats de l'observation. Mais, outre ces erreurs, appelées constantes, dont la cause est connue, il en existe d'autres dues à d'autres causes impossibles à déterminer : de là vient qu'une même opération, exécutée à diverses reprises, donne des résultats différents. Eh bien! les mathématiciens ont trouvé des moyens pour déduire d'un certain nombre de résultats, tous affectés de quelque erreur, les valeurs les plus probables des éléments cherchés, en signalant en même temps la limite de l'erreur commise. Et, comme en pratique on n'a pas besoin de résultats exacts, mais approchés, suivant les cas, on comprend l'importance d'une théorie qui, non seulement fait ce que je viens de dire, mais qui, une quantité étant marquée d'avance comme limite de l'erreur acceptable dans un résultat, indique quel nombre d'observations on doit faire, quelle exactitude doivent avoir les appareils et dans quel ordre doivent se succéder les travaux. Voilà tout ce que donne par elle-même la méthode moderne d'observation, issue de la théorie fameuse des probabilités, qui ayant commencé par n'être rien qu'un passe-temps de géomètres, en est venue à se convertir en l'une des branches les plus fécondes des mathématiques.

Elles sont encore peu nombreuses les relations découvertes entre notre petit monde solaire et le monde immense des étoiles appelées fixes ; on a pu, du moins, savoir que les éléments chimiques sont les mêmes et que la loi de la

gravitation existe de la même manière dans tout l'univers. En observant les divers groupes ou agglomérations de matière cosmique qui, sous forme de nébuleuses, paraissent disséminées dans l'espace, on a trouvé qu'elles appartiennent toutes au système de la voie lactée, qu'il n'y a pas, comme on croyait, différents univers, diverses accumulations d'étoiles semblables à celle qui renferme notre monde, et que ces nébuleuses de lumière blanchâtre, où le télescope ne révèle aucun astre, ne sont et ne seront jamais que des gaz, si un autre corps céleste ne les entraîne et ne les condense sur lui-même ; grande désillusion pour ceux qui veulent partout voir une série d'évolutions constamment renouvelées.

En analysant enfin les conditions d'habitabilité des mondes, et sans oublier que les lois naturelles sont les mêmes dans tout l'univers, la science enseigne que, dans l'ensemble de soleils qui peuplent l'immensité, ceux qui sont le centre d'un système planétaire analogue au nôtre, constituent l'exception, et que même au sein de notre propre système, s'il y a outre la terre des planètes habitées, elles sont en minorité. Comme on voit, la science n'affirme pas, elle ne nie pas la possibilité que les corps célestes soient habités ; mais ce qu'elle établit, c'est que l'immense majorité n'ont pas eu d'habitants, n'en ont pas, n'en auront jamais ; et elle range ainsi parmi tant d'autres rêves de l'imagination certains travaux, très remarquables d'ailleurs, dans lesquels leurs auteurs en viennent jusqu'à dépeindre la forme des êtres organisés qui peuplent les astres, et même jusqu'à expliquer en détail le caractère et les mœurs des *humanités*, comme ils disent, qui y habitent.

En reportant maintenant notre regard sur le tableau rapidement esquissé du progrès astronomique, nous rencontrons d'importantes conséquences par rapport au sujet qui nous occupe. Les plus anciens astronomes recueillent une multitude de faits ; ceux d'Alexandrie imaginent le

premier système du monde, appuyé sur des hypothèses fausses, et comme connaissances auxiliaires ils emploient la géométrie et une trigonométrie des cordes : le système, en tant que déductif, demeure infécond, à cause de la fausseté de ses principes fondamentaux, et, loin que les découvertes nouvelles rentrent dans les prévisions des astronomes, ce sont eux qui s'ingénient à faire concorder le système avec la réalité. Nous avons vu Copernic corriger une des erreurs de Ptolémée en laissant subsister l'autre ; par là le système se simplifie, mais sa fécondité eût été bien bornée ; jusqu'à Képler toute loi astronomique est inconnue. Képler révèle au monde les lois qu'il a découvertes, et le système planétaire arrive ainsi à une plus grande simplicité géométrique : la base qu'il offre est maintenant réelle, et l'application des mathématiques peut donner des résultats positifs. Les astronomes, partant des lois de Képler, comprennent qu'ils se trouvent devant un problème mécanique, et Newton leur donne la loi de la force unique qu'ils doivent considérer. Ils s'occupent dès lors à formuler le problème sous tous ses aspects et à inventer des moyens théoriques et pratiques pour le résoudre ; les mathématiques manifestent leur pouvoir comme moyen d'analyse ; en astronomie géométrique on arrive à un degré idéal de perfection, comme le prouvent des phénomènes si fréquemment prédits et qui jamais ne manquent de se présenter à l'heure, à la minute et à la seconde annoncées ; non moindre est la perfection des résultats en mécanique céleste, mais les procédés sont très laborieux par le retard relatif des moyens théoriques.

Jusqu'à ce que, par une observation minutieuse où toute cause d'erreur est prévue et son influence écartée, on ait évalué les quantités qui interviennent dans une classe de phénomènes, pour trouver ensuite des relations constantes entre les divers éléments qui interviennent, jusqu'à ce qu'on ait établi des affirmations absolues ou hypothétiques, mais d'un caractère fondamental, l'application des

mathématiques reste donc presque stérile, et dans la plupart des cas elle conduit à l'absurde.

Tel est, converti en règle générale, l'enseignement qui ressort de la science d'observation la plus avancée aujourd'hui. Il se dégage de même de l'étude historique de la physique.

Tant qu'on attribua les phénomènes physiques à des essences mystérieuses ou à des causes occultes, la science ne put faire un pas, et, si l'on possédait quelque connaissance, elle était toujours entourée de nébulosités métaphysiques. Ainsi nous rencontrons la distinction des corps graves et des corps légers, l'horreur du vide, la recherche de la pierre philosophale, et tant d'autres aberrations fantastiques. On découvrit quelques faits isolés, que la nature révélait pour l'ordinaire par un heureux hasard, rarement pour avoir été consultée avec intelligence. Si quelque partie de la physique progressa, ce ne fut qu'avec lenteur, et parce qu'il n'était pas nécessaire de faire des hypothèses sur la cause productrice des phénomènes étudiés. Ainsi les phénomènes connus d'abord avec le plus d'étendue furent les phénomènes lumineux de la réflexion et de la réfraction, parce que, pour expliquer les plus communs, il suffit de connaître les lois géométriques de leur production.

La physique ne fit point de progrès visible jusqu'aux temps modernes; mais dès lors les physiciens comprennent qu'en tous les phénomènes il faut chercher la quantité, parce que tous offrent quelque chose qui exige une mesure. Et ils mesurent la pression atmosphérique en inventant le baromètre: ils découvrent le phénomène général de la dilatation des corps par la chaleur ; ils mesurent la vitesse de la lumière et du son ; un peu plus tard, l'intensité des attractions électriques et magnétiques, etc., etc. Je n'ai pas besoin, en m'adressant à un auditoire aussi éclairé que celui de l'*Ateneo*, d'énumérer

tous les phénomènes. Ceux que j'ai cités suffisent à faire voir que les mathématiques entrent dans la physique par le nombre, par la mesure de certains éléments reconnus comme quantités. Celles-ci mesurées, la comparaison s'établit et les lois physiques vont se révélant peu à peu; tantôt c'est celle de la chute des corps; tantôt celle qui relie le volume des gaz avec les pressions qu'ils supportent; puis celle de la dilatation; puis celle qui relie les chaleurs spécifiques avec les poids atomiques, et ainsi successivement les autres lois particulières, qui peu à peu se réunissent à leur tour pour former les théories des différents groupes de phénomènes.

Le développement de la physique a été plus lent que celui de l'astronomie, par suite de la difficulté de poser et de résoudre les problèmes qui lui appartiennent. Les problèmes astronomiques se posent bien et, avec plus ou moins de difficulté, ils se résolvent; mais, en physique, il y a des problèmes qu'on ne sait pas encore formuler, ni par conséquent résoudre.

Cependant, dans le siècle présent, et toujours par l'influence des mathématiques, la manière d'être de la physique s'est transformée entièrement, son champ s'est agrandi; son influence s'étend à toutes les autres sciences naturelles, et touche aussi en quelques points à la philosophie.

La théorie de la lumière, la plus parfaite des théories physiques, ne se borne pas à expliquer tous les phénomènes lumineux comme des conséquences d'un principe unique, mais elle fournit des moyens et un secours certain pour résoudre une multitude de questions intéressantes. Pour citer un exemple, n'est-ce pas l'optique qui a permis de connaître l'état et la composition des astres, et, ce que j'admire encore plus, de mesurer leurs mouvements dans la direction de la droite même qui les unit à la terre? Mais la vraie conquête de notre siècle a été la thermodynamique. La connaissance de la transformation

du travail en chaleur, et de la chaleur en travail, et la connaissance des lois qui régissent ces transformations, sont des découvertes qu'on doit placer, pour la fécondité de leurs conséquences et de leurs applications pratiques, au niveau même du principe de la gravitation universelle. Entre ces conséquences je dois rappeler, pour leur importance, celle, déjà citée plus haut, qui explique l'augmentation de la durée du jour, occasionnée par les marées, et celle qu'on nomme la *dissipation de l'énergie,* ou l'impossibilité de la transformation complète de la chaleur en travail. Toutes deux sont d'une souveraine transcendance ; la première nous indique que la terre a eu un commencement, la seconde que tout l'univers aura une fin, et toutes deux tombent de tout leur poids sur la philosophie matérialiste. Que les matérialistes ne disent donc pas que la science est de leur côté, et qu'ils renoncent à son appui ; c'est un malheur sans doute, mais... qu'ils s'y résignent ; car la résignation est l'unique remède qui leur reste.

La thermodynamique a jeté en outre une vive lumière sur des sentiers jadis obscurs pour la science ; les phénomènes électriques résistaient à toute tentative faite pour les expliquer mécaniquement ; mais aujourd'hui le problème est abordé avec l'espérance d'un plein succès, bien que certainement, jusqu'à présent, on n'y soit pas encore arrivé. Les phénomènes chimiques, la théorie de la constitution des gaz, sont aussi déjà en grande partie du domaine mathématique.

Les phénomènes optiques et les formes cristallines qu'offrent les minéraux permettent de simplifier assez l'étude de la minéralogie, et il est à espérer que le problème du groupement des éléments moléculaires pour former les corps sera résolu par la seule application des lois de la mécanique.

Ce que j'ai dit jusqu'ici n'est en réalité qu'une série de triomphes obtenus par les mathématiques. Nous avons

vu comment, peu à peu, elles ont pénétré dans les sciences physiques et comment elles y ont été le principal élément de progrès. Il n'y a pas dès lors à s'étonner qu'en considérant leur grand pouvoir analytique, on tâche aujourd'hui de les utiliser dans ces études qui, par leur caractère spécial, étaient jadis considérées comme incompatibles avec tout ce qui suppose des mesures et des rapports de quantité. A notre époque on s'efforce d'appliquer les mathématiques aux sciences sociales, à la physiologie, à la psychologie même, et il ne manque pas de gens pour prétendre avoir découvert par ce moyen la solution exacte des problèmes sociaux et même théologiques les plus ardus.

En nous mettant à examiner les applications les plus récentes des mathématiques, nous entrons maintenant sur un terrain mouvant, constamment agité par la lutte. Les résultats examinés jusqu'ici résistent à toute critique, quelque sévère qu'elle soit; ceux que je tente à présent d'analyser n'offrent pas le même caractère, et quelques-uns sont si peu fermes dans leur fondement, qu'on en voit vite l'inexactitude, et que tout l'édifice s'écroule au souffle de l'analyse, malgré son apparente solidité.

Sans doute il est à peine une branche des connaissances humaines qui ne doive avoir sa phase mathématique. Dès que dans une science nous rencontrons quelque chose qui se mesure, dès qu'il s'y énonce des lois au moyen de nombres, les mathématiques y sont entrées. Mais, dans leur emploi, il faut se mettre en garde contre une multitude de causes d'erreur, parce qu'il est très facile d'être séduit par des apparences d'exactitude et de logique, d'oublier la méthode proprement scientifique, et de s'écarter de la vraie science, dont les affirmations ont pour base solide et tout à la fois pour confirmation les faits de l'expérience, pour tomber dans la science idéale, dont les conclusions, comme dit Berthelot, ont pour principal fondement les opinions individuelles et la liberté. Dans la

science idéale, ou il n'y a pas de méthode ou, s'il y en a une, elle est directement opposée à la vraie méthode expérimentale. Loin de tenir compte des rapports immédiats des phénomènes et de suivre la chaîne de fer du déterminisme scientifique, elle arrive par bonds à des conclusions extrêmes ; elle se dispense de l'analyse minutieuse des faits, condition indispensable de toute induction légitime ; elle n'a pas soin de soumettre ses affirmations à la contre-épreuve de l'expérience, unique garantie de toute certitude inductive ; elle systématise sans cesse, transforme des hypothèses gratuites en théories définitives, et enfin sort de son terrain propre, en prétendant arriver à la connaissance de l'essence des choses et de leur propre finalité. Une multitude de productions d'auteurs modernes pourraient nous servir d'exemples de semblables illusions. Tantôt un psychologue, prétendant ramener l'esprit à une entité dynamique, nous dit que c'est la résultante des activités cellulaires : il oublie que la résultante n'a pas d'existence substantielle et n'est qu'une création des mathématiciens. Tantôt c'est un physiologiste qui veut évaluer l'intelligence par le poids de la substance grise du cerveau ou par les protubérances du crâne ; tantôt un géologue qui, établissant hypothèse sur hypothèse, en vient à affirmer catégoriquement la durée de chaque période traversée par la terre dans son évolution successive.

En tâchant donc d'examiner les applications des mathématiques aux sciences qui résistent le plus à ce moyen d'investigation, nous ne pouvons pas oublier les dangers, et nous devons tenir compte des enseignements qui se tirent, quant à la marche, de l'étude des progrès astronomiques et physiques.

Traitons, en premier lieu, des phénomènes que nous offrent les êtres organisés. Dans les végétaux, nous observons d'abord des phénomènes chimiques, des

phénomènes d'organisation et des phénomènes mécaniques. Quand on examine ces trois groupes de phénomènes, il ne s'y révèle aucun agent substantiel distinct des activités atomiques. La thermodynamique appliquée à l'étude des phénomènes chimiques a permis à Berthelot de formuler une multitude de lois auxquelles obéissent ces phénomènes : les études mathématiques trouvent donc le chemin ouvert, et il est à espérer qu'elles arriveront à éclaircir une si importante branche de la science, jusqu'à présent pleine de doutes et de mystères.

Les phénomènes d'organisation, par lesquels les molécules organiques, formées par l'action chimique, se groupent et constituent les éléments des tissus, quoiqu'ils ne révèlent autre chose qu'une action physique compliquée, se dérobent jusqu'à présent à toute recherche mathématique. On y trouve sans doute certains phénomènes connus, comme les phénomènes osmiques ; mais il n'est pas facile de les isoler et de signaler la part qui leur revient dans la nutrition. Cette complication que présentent les phénomènes organiques, offrant à la fois toutes les actions physiques sans permettre de les isoler les unes des autres, est ce qui les distingue principalement des phénomènes du monde inorganique ; dans ceux-ci, les forces qui agissent sont en petit nombre et leurs lois bien connues, les phénomènes sont plus simples, et il est facile, en général, d'assigner à chaque action composante la part qui lui correspond dans le phénomène résultant; dans les êtres organiques, au contraire, les causes sont multiples, les phénomènes se présentent à nous dans leur ensemble, et il n'est pas possible jusqu'à cette heure de les décomposer en d'autres plus élémentaires, qu'on puisse isolément soumettre à une mesure pour découvrir leurs lois numériques. Pour toutes ces raisons, la mécanique, qui a expliqué tant de choses, reste muette devant le problème de l'organisation de la matière ; et on ne voit pas encore le moyen d'essayer même une explication mathématique des phénomènes de la vie.

On n'est pas aussi malheureux pour les mouvements mécaniques : on connaît la cause de beaucoup d'entre eux, comme de l'héliotropisme, par exemple, et il ne serait pas difficile d'en formuler les lois.

Nous rencontrons dans le monde animal les mêmes phénomènes que dans les végétaux, et on peut leur appliquer sans rien retrancher ni ajouter tout ce qui a été dit de ceux-ci. Mais, de plus, dans les animaux nous trouvons d'autres phénomènes qui leur appartiennent exclusivement, à savoir les phénomènes volontaires. En tout ce que je dis sur ce point, je parlerai exclusivement de l'homme, sur lequel se sont faites les principales études qui se rapportent à ce point spécial, à cause de la grande importance, tant physiologique que psychologique, des découvertes auxquelles cette étude peut conduire.

En premier lieu, il est hors de doute que les mouvements volontaires indiquent l'existence d'un agent spécial, distinct des activités atomiques. Dans les phénomènes produits par celles-ci, tout est mathématiquement déterminé ; il suffit de connaître les lois de la dynamique et l'état initial pour expliquer toutes les phases successives qu'ils doivent traverser ; mais dans les mouvements volontaires il y a quelque chose qui se soustrait à une telle détermination : la conscience, dont le témoignage est ici irrécusable, nous dit d'une manière évidente que nous sommes maîtres d'exécuter ou non telles ou telles actions mécaniques, et aussi de les régler conformément au but que nous désirons obtenir. Tout ce qu'on a fait pour nier l'existence de l'esprit a été vain ; il se révèle clairement, et apparaît comme une force consciente et spontanée, doublement spontanée, puisqu'elle est dans le moment et dans le degré de l'action. Il est certain que son union avec le corps le prive, en partie, de sa spontanéité, en tant qu'elle met des limites à son action ; mais il ne l'est pas moins que sa nature est distincte de celle des atomes, puisque les actions de ceux-ci sont rigoureusement définies, par une

loi mathématique, en fonction de leurs distances. Cette nature de l'esprit, qui en fait un être substantiel, ne permet pas de le considérer comme un produit de l'activité du cerveau ou comme sa force vive, malgré les affirmations de quelques matérialistes; puisque, à part l'impropriété des termes et l'absurdité mathématique qui parfois en résulte, de telles manières d'être ont une existence passagère, fonction du temps, en opposition avec l'identité permanente qui se révèle dans l'existence de l'esprit. Il ne peut être non plus, comme le veut un de nos illustres associés, la force de tension de la grande molécule à laquelle il assimile le corps humain, puisque la force de tension n'est pas non plus une chose qui ait individualité ni permanence.

Cependant, bien que telle soit la nature de l'esprit, si différente de celle des atomes, la manière dont il agit sur ceux-ci et dont il reçoit leurs actions est sans aucun doute dynamique, et se trouve par conséquent sujette à une mesure, comme toute force. Il n'est pas donc étonnant qu'on fasse tant d'efforts pour étudier quantitativement les actions psychiques, dont la théorie, bien qu'à mon avis elle ne dépasse pas encore les premières tentatives, constitue déjà une spécialité appelée, comme vous savez tous, psycho-physique. Cette science, en elle-même, n'est pas une chimère, puisque sans aucun doute l'action de l'esprit sur le corps, cause occasionnelle des mouvements volontaires, et l'action réciproque du corps sur l'esprit, condition nécessaire des sensations, ont leur partie mécanique, susceptible d'être mesurée, quoique les procédés pour y arriver soient encore inconnus.

Ce qu'on connaît du moins assez bien, c'est le processus des mouvements volontaires ; seulement, la part d'action mécanique qui y revient à l'esprit est si minime qu'on ne peut même la comparer à celle du fulminate dans le tir d'une arme à feu. Mais la petitesse de cette action n'empêche pas son existence, et tous conviennent qu'elle consiste

en des mouvements communiqués aux molécules cérébrales, d'où l'on déduit qu'elle pourrait se mesurer par la quantité de mouvement produit. On ne conçoit pas encore la manière de s'assurer de sa valeur, car il s'agit d'un mouvement qui échappe à toute appréciation directe et qui ne peut pas non plus se calculer indirectement, puisqu'on ne connaît aucune grandeur qui lui soit proportionnelle, ni aucun rapport qui la lie à d'autres mouvements susceptibles d'être mesurés.

A cause de ces difficultés, sans doute, les psychophysiologistes — peut-être la dénomination inverse serait-elle plus propre — étudient de préférence les rapports quantitatifs entre les impressions et les sensations. Les travaux réalisés par eux, suivis d'une manière systématique et par des procédés distincts, ne manquent pas d'intérêt. Cependant, quand on les examine attentivement, on reconnaît bientôt leur inexactitude mathématique et les contradictions que révèlent les méthodes employées.

Les psychomètres partent du principe que les sensations sont plus ou moins intenses et sont comparables, surtout si elles sont analogues, ce qui équivaut à dire que les sensations sont des quantités, puisque tels sont précisément les caractères de la quantité. Que les sensations soient des grandeurs, c'est indéniable, puisqu'elles varient d'intensité ; qu'elles soient comparables, il n'est pas possible de l'affirmer aujourd'hui, puisqu'on n'a pas découvert encore le moyen de les mesurer, condition indispensable pour qu'une grandeur devienne une quantité. Il faut se rappeler cependant, que la mesure directe n'est pas essentielle pour que les quantités soient exprimées numériquement ; il peut suffire d'une mesure indirecte, au moyen d'autres quantités avec lesquelles elles ont un rapport connu. Ainsi, par exemple, en mécanique, on ne mesure pas directement les forces, mais les quantités de mouvement, ou les accélérations des mobiles sur lesquels elles agissent, suivant les cas, quantités avec lesquelles on admet qu'elles

sont proportionnelles. C'est quelque chose de pareil qu'on tente de rechercher en psycho-physique, puisque l'objet qu'on poursuit est de s'assurer du rapport qui existe entre l'excitation et la sensation. L'opération est assez difficile à cause de la complexité du phénomène lui-même, vu que l'excitation physique se convertit premièrement en excitation sensorielle, celle-ci en excitation nerveuse, et cette dernière enfin, en ces processus centraux qui accompagnent la sensation. Chaque transformation successive du phénomène, chacune de ses périodes, qui sans doute sont totalement mécaniques, se réalise suivant des lois que l'on ignore et que cependant il faut nécessairement rechercher pour l'exacte appréciation des phénomènes. On ne sait pas en quelle mesure l'excitation physique développe la sensorielle ; le courant nerveux, bien que phénomène de mouvement, est également inconnu ; on ignore enfin la forme du mouvement déterminé dans les centres nerveux, lequel est, selon toutes les probabilités, perçu par l'esprit sous forme de sensation. La connaissance mathématique de cette dernière partie du processus physiologique serait par conséquent d'une importance capitale ; mais le problème ne se trouverait pas résolu pour cela, car on sait la part que l'attention a dans les sensations ; et l'expérience démontre que celle-ci est une action dynamique de l'esprit sur les cellules nerveuses, qui les modifie parfois jusqu'au point de suspendre temporairement leur activité ; et il résulte de là que ces cellules, au moment de la sensation, se trouvent soumises à une double action dynamique, à deux composantes dont chacune doit avoir son influence dans le mouvement résultant.

Ce qui contribue encore à rendre difficile l'appréciation exacte des phénomènes que nous analysons, c'est d'une part l'influence du reste de l'organisme sur le système nerveux, et de l'autre l'action du monde extérieur : toutes deux agissent incessamment et doivent modifier de différentes manières le processus physiologique. Néanmoins,

s'il était possible de soupçonner au moins la loi du phénomène en ce qu'il a de propre, les mathématiques donneraient le moyen de calculer avec une approximation suffisante le résultat, indépendamment desdites actions étrangères; car cette variation continue de l'état de l'organisme et du monde extérieur est comparable à ce que, dans les observations physiques, on appelle des erreurs accidentelles, soumises à une loi, connues et calculables avec une exactitude suffisante par la méthode des moindres carrés.

Tels sont les caractères du problème qu'étudie la psycho-physique : elle tâche de mesurer quantitativement une série de phénomènes, dont le premier seul peut être directement mesuré, et dont le dernier n'est appréciable que par la conscience. Il y a deux principes qui servent de fondement aux méthodes de mesure employées : étant fixées la limite inférieure et la limite supérieure entre lesquelles oscille la perception des sensations et de leurs variations, et qu'on appelle respectivement *seuil* et *hauteur* de l'excitation, on établit les deux propositions suivantes, d'après Wundt, qui résume ce genre de travaux (1) :

1° La sensibilité à l'excitation est proportionnelle à la valeur réciproque des seuils de l'excitation.

2° La réceptivité à l'excitation est proportionnelle à la valeur directe de la hauteur de l'excitation.

Ces deux lois sont de caractère empirique, et, de plus, manquent de sens mathématique, parce que, tant que la sensibilité à l'excitation ou la réceptivité ne sont pas numériquement définies d'une manière précise, il n'est ni vrai, ni faux, mais vide de sens, de dire qu'elles sont proportionnelles à d'autres quantités.

C'est sur cette base fragile que portent les formules mathématiques employées dans les opérations psychométriques. La détermination des quantités qu'on tente de

(1) Wundt, *Éléments de psychologie physiologique.* Paris 1886, p. 365.

comparer se fait indubitablement avec un soin scrupuleux, et, quant à cela, il faut convenir que les psychomètres sont en bonne voie : les propositions qu'ils avancent aujourd'hui pourront n'avoir pas de valeur, mais leurs expériences ne seront pas perdues pour le jour où l'on arrivera à rencontrer la vraie méthode qui doit conduire à l'établissement des rapports dynamiques existant entre le monde physique et le monde psychique. Pour le moment, les propriétés découvertes ont le même défaut que les propriétés fondamentales et, quand même avec le temps on arriverait à démontrer qu'elles sont vraies, elles n'auraient pas pour cela aujourd'hui une valeur scientifique; elles ne seraient que d'heureuses conjectures, quelque chose de pareil aux idées des pythagoriciens sur le système du monde. Ainsi, par exemple, la loi de Weber, qui établit que « l'énergie de l'excitation doit croître en progression géométrique pour que l'énergie de la sensation croisse en progression arithmétique », sera certaine ou ne le sera pas; mais tant qu'on n'a pas démontré que la fonction qui lie les valeurs de l'excitation et de la sensation est de forme logarithmique, la loi de Weber n'a pas de sens. Ce défaut se remarque constamment dans la psycho-physique, chaque fois qu'elle emploie le mot *proportionnel :* ainsi, les psychomètres observant que, à l'accroissement de ce qu'ils appellent le *seuil différentiel*, correspond une diminution de la sensibilité différentielle, disent que ces deux quantités sont inversement proportionnelles : oubliant qu'il ne suffit pas qu'une quantité augmente quand une autre diminue, pour établir entre elles une proportionnalité ; et qu'il faut pour cela que ces augmentations et diminutions se produisent suivant des lois déterminées.

Enfin la psycho-physique, en son aspect mathématique, est, non une science, mais un genre d'études qui commence, et qui commence bien : elle est dans la période d'investigation des nombres, elle arrive à deviner des relations, mais non encore à les établir avec exactitude, et

à trouver des lois ; elle est assez loin de formuler des hypothèses fondamentales et de constituer de véritables théories.

On peut assimiler au sujet qui nous occupe pour le moment l'ordre d'études qui a pour objet d'établir des relations entre le développement du cerveau et celui des facultés de l'esprit. Ceux qui s'y consacrent veulent trouver une correspondance entre l'un et l'autre, et, pour y arriver, ils s'arrêtent tantôt aux protubérances du crâne, qui sont supposées répondre à des développements locaux du cerveau, tantôt au poids de la matière encéphalique, et principalement de la substance grise. La contradiction des résultats obtenus prouve que les hypothèses d'où ils partent n'ont pas un degré suffisant d'exactitude. C'est peut-être que la perfection du cerveau ne se trouve pas dans son volume ni dans sa quantité de masse, mais dans le nombre des cellules diverses qu'il renferme. Destiné à transmettre à l'esprit les impressions ou excitations extérieures et à donner ainsi un aliment à la formation des idées, plus il aura de ces cellules avec des caractères dynamiques propres et distincts, plus leur différenciation sera grande, plus, en un mot, la division du travail y sera complète, plus aussi les idées apparaîtront faciles, précises et nombreuses.

Le cerveau ainsi considéré paraîtra, suivant l'expression de notre respectable président, comme un organisme, dont le fonctionnement sera d'autant plus parfait, que plus grands seront le nombre et la variété de ses organes. Imaginons un instrument de musique, une harpe, par exemple, pourvue d'assez de cordes pour donner toutes les notes principales et leurs intermédiaires dans l'étendue nécessaire, et comparons-la avec une autre, dans laquelle, le nombre de cordes n'étant pas suffisant, on doit demander à chacune d'elles plusieurs notes distinctes, en modifiant sa tension au moyen de pédales convenablement placées.

Il est clair que la première sera plus parfaite que la seconde, sous le point de vue de la richesse et de l'exactitude des notes comme de la durée des cordes, puisqu'elles conservent toutes leur tension constante, tandis que dans la seconde il sera plus difficile d'ajuster et de manier les pédales pour obtenir avec précision la note désirée, et, d'autre part, le fréquent changement de tension dans chaque corde fera changer bientôt son degré d'élasticité, et par suite la harpe restera faussée. La même chose arrivera dans le cerveau ; s'il compte des cellules correspondant à un nombre considérable de variations de l'excitation, les idées apparaîtront avec promptitude et clarté et sans fatigue considérable ; tandis que, si les cellules ne sont pas en nombre suffisant, les idées apparaîtront obscures, demanderont un temps considérable pour se former, et une attention énergique qui, changeant pour ainsi dire, la tension des éléments du cerveau, entraînera bientôt la lassitude et, par suite, le besoin de repos. Peut-être cette manière de voir expliquera-t-elle aussi pourquoi les impressions violentes produisent des perturbations mentales : l'effet de ces impressions serait d'altérer les énergies spécifiques des cellules, en produisant quelque chose de pareil aux discordances d'un instrument de musique, parfois impossibles à corriger, susceptibles en d'autres cas d'être réduites avec plus ou moins de travail. S'il en est ainsi, il ne serait pas étonnant que l'autopsie ne découvrît rien d'étrange dans un cerveau altéré de cette manière.

Mais, je le comprends, c'est là tout simplement signaler une solution de plus que peut recevoir le problème : c'est faire des hypothèses, donner carrière à l'imagination ; ce n'est pas affirmer la solution véritable, en produisant les raisonnements théoriques qui l'établissent et les expériences qui la confirment.

Les idées modernes touchant les phénomènes physiques ont fait changer d'aspect une question considérée toujours

comme mystérieuse et d'un ordre spécial, celle de l'action de l'âme sur le corps. Aujourd'hui qu'on a cessé de regarder la matière comme chose distincte de la force, aujourd'hui que l'esprit est considéré comme une force, mais une force consciente et spontanée, son mode d'action sur l'organisme n'est plus un mystère d'un ordre différent de celui de l'action des autres forces les unes sur les autres. Il est cependant curieux d'expliquer de quelque manière comment et pourquoi un organisme sain répond avec exactitude aux ordres de la volonté, quoique l'esprit ne connaisse pas le point spécial du système nerveux qui doit être excité pour atteindre le but désiré. Donnons, pour y parvenir, un peu de liberté à l'imagination : il est juste de la dédommager en quelque sorte de l'abandon et de l'espèce de captivité continuelle à laquelle nous venons de la soumettre.

Imaginons donc que l'énergie dynamique de l'esprit ne s'applique pas directement à des points spéciaux du cerveau, mais que son action consiste à produire dans l'éther des mouvements vibratoires d'un rythme distinct pour chaque manifestation d'un acte impératif de la volonté : il arrivera alors que, les cellules cérébrales ayant un rythme propre, celles-là seulement entreront en vibration qui l'ont identique à celui que détermine l'action dynamique de l'esprit, et produiront par conséquent le phénomène physiologique désiré ; tandis que les autres se borneront à transmettre ou annuler le flot éthéré, comme les cordes et autres corps vibrants répètent leurs sons propres, et demeurent en silence sous l'action d'un autre quelconque, et comme il arrive aussi et d'une manière identique dans les phénomènes lumineux. Et si ce flot éthéré se transmet au milieu ambiant autour de l'individu, n'est-il pas certain qu'on y trouvera une solution satisfaisante pour une multitude de phénomènes, comme les suggestions et divers autres du même ordre ? Il serait à souhaiter qu'on pût prouver l'existence de ces courants ; on

rencontrerait, dans cette espèce de communication de deux esprits, quelque chose de pareil à ce qui a lieu quand les ondes sonores font vibrer la plaque d'un téléphone et en conséquence développent un courant électrique qui, à son tour, fait vibrer la plaque d'un autre téléphone, restituant à l'air les ondes qu'avait reçues de lui le premier appareil. Cette hypothèse émise, confinons de nouveau l'imagination dans sa retraite, et voyons comment les mathématiques sont entrées aussi dans cette question ardue de l'action de l'esprit.

On doit l'idée et son développement à un savant géomètre, M. Boussinesq. Pour essayer de concilier le déterminisme mécanique avec le libre arbitre, il se sert d'une théorie très ingénieuse, moins vraie qu'ingénieuse, à mon avis. Ce géomètre observe qu'un caractère des éléments moléculaires dans les organismes est leur instabilité chimique et par conséquent la facilité avec laquelle ils cèdent aux forces qui les sollicitent. Il déduit de là que les mouvements de ces molécules doivent être sur des courbes variées, lesquelles auront une multitude d'éléments communs, d'éléments d'osculation, suivant le langage consacré; il étudie ensuite le mouvement d'un point sur des courbes de cette sorte et trouve que, dans des circonstances spéciales, il suffit d'une force nulle pour lancer le mobile sur une des courbes osculatrices au point où se trouve celui-ci. Et comme évidemment, entre tous les organes, le cerveau est celui qui possède au plus haut degré la propriété mentionnée, M. Boussinesq conclut que là doivent se présenter constamment les points singuliers étudiés par lui, offrant ainsi d'une manière continue à la volonté une occasion d'exercer son action, sans altérer pour cela le moins du monde l'énergie mécanique du système que forment les éléments matériels de l'organisme. En examinant avec attention cette ingénieuse idée, on trouve, d'une part, que le mouvement des molécules dans ces points singuliers de leurs trajectoires est

uniquement indéterminé, et, d'autre part, que la mobilité même des molécules cérébrales doit s'opposer à ce qu'elles arrivent à ces points avec une vitesse nulle — telle est la condition exigée — étant données les multiples influences qu'elles subissent. Mais, quoique la théorie de M. Boussinesq ne soit pas du tout certaine, il se dégage de son étude qu'il suffira en plusieurs cas d'une force, non pas nulle, laquelle ne ferait rien, mais extrêmement petite, pour produire un mouvement initial en un sens déterminé, mouvement qui, par des actions successives des organes, et par des décharges, pour ainsi dire, de l'énergie potentielle accumulée, en viendra à occasionner enfin des effets mécaniques considérables. Cela nous expliquera d'une manière satisfaisante, outre plusieurs autres choses, pourquoi de très petites doses d'un médicament produisent parfois la guérison d'une infirmité, comme le montre l'expérience.

A la médecine aussi on a appliqué les mathématiques, et nous avons vu nous-mêmes une importante production de ce genre, sinon de médecine dans le sens strict du mot, au moins d'une de ses sciences fondamentales. Vous devinez, par ces quelques traits, que je veux parler de l'œuvre d'un auteur illustre et estimé de nous tous, intitulée : *Plan de réforme de la pathologie générale* (1). A m'en tenir, il est vrai, à l'objet spécial d'étude, auquel cet ouvrage fait des applications mathématiques, j'aurais dû l'examiner en traitant de la physiologie ; mais le cachet spécial de l'œuvre m'a porté à la considérer séparément.

Son auteur se propose de donner une notion mécanique de la vie, et en recherche l'équation mathématique. Les périls que j'ai indiqués tantôt, et auxquels sont exposées

(1) L'écrivain dont parle ici le conférencier est M. Letamendi, professeur à la Faculté de médecine de Madrid. L'ouvrage, en cours de publication, a pour titre complet : *Plan de reforma de la Patología general, y Curso de Patología general.* Madrid, E. Cuesta.

ces entreprises, tant que le moment n'est pas venu de leur donner un solide point de départ, se révèlent clairement dans l'ouvrage mentionné ; l'auteur, malgré son érudition très vaste et la clarté de son intelligence, n'est pas parvenu à y échapper. Je ne m'occuperai pas d'examiner les premiers développements mathématiques qui se rencontrent dans cet ouvrage ; je veux analyser seulement l'équation formulée comme expression mathématique de la vie.

Il est posé en principe que la vie est une résultante de deux énergies distinctes : l'énergie cosmique et l'énergie individuelle, supposition dans laquelle il y a déjà une erreur capitale, comme nous verrons plus tard ; admettons-la cependant, pour le moment. Ensuite l'auteur analyse les modes divers suivant lesquels peuvent se combiner les deux énergies, pour trouver l'expression de la résultante, et, en procédant par exclusion, il arrive à établir qu'il n'y a pas d'autre forme admissible que celle d'un produit ; en conséquence, appelant V la vie, I l'énergie individuelle et C l'énergie cosmique, l'équation obtenue est $V = IC$. Mais il a oublié que, dans la composition des forces, il n'est pas permis de faire uniquement attention à leur intensité ; qu'il faut considérer de plus leur direction et leur point d'application. Le problème a, par conséquent, deux parties, toutes deux nécessaires, puisque la grandeur et la direction des forces sont inséparables dans tout problème de composition ou de décomposition de forces. Il y a de plus une autre circonstance très importante, à savoir que les forces n'ont une résultante unique que dans des cas très spéciaux, clairement déterminés en mécanique ; dans le cas général, la mécanique démontre qu'il n'est pas possible de ramener les forces d'un système à une seule résultante, mais à deux situées dans des plans distincts ; et il est aussi très digne de remarque qu'en aucun cas la résultante n'a une valeur égale au produit des intensités des composantes.

De tout cela il suit que l'équation mentionnée comme expression mathématique de la vie est inadmissible.

L'erreur fondamentale dont je parlais tout à l'heure consiste à avoir considéré le problème qu'on tente de résoudre comme un problème de statique. Et, même ainsi considéré, le chemin qu'il faut suivre pour le résoudre est tout autre que le chemin suivi par l'auteur ; car un corps vivant n'est en aucune manière ce qu'on nomme en mécanique un *système rigide,* auquel cas l'étude se réduirait uniquement à une composition et décomposition de forces ; tout au plus serait-ce un solide invariable et, pour établir les conditions de son équilibre, il serait nécessaire de recourir à ce qu'on appelle le *principe des vitesses virtuelles ;* et il importe aussi de ne pas oublier qu'on trouverait non une seule équation, mais six, pour expression mathématique de la vie, en faisant abstraction du grand nombre de celles qui seraient nécessaires pour exprimer l'invariabilité du système considéré. Mais, évidemment, un corps vivant n'est, en aucune manière, un solide invariable ; c'est un système d'éléments matériels en mouvement constant, et par conséquent, pour établir les conditions de son existence, il serait nécessaire de connaître d'abord les lois auxquelles de tels mobiles obéissent sous toutes les actions qui peuvent les solliciter. Mais si l'on considère que le système solaire, réduit à un nombre très restreint d'éléments, de conditions dynamiques parfaitement connues, conduit à des équations telles qu'elles peuvent seulement être résolues par un énorme travail et à l'aide de mille artifices ; on comprendra la complication de l'étude d'un être vivant ainsi considéré. Autant qu'on peut le soupçonner aujourd'hui, l'étude mathématique de la vie devra partir des lois établies dans la thermodynamique. Quelque chose a déjà été fait dans ce sens, mais ce qui manque pour établir une théorie tant soit peu complète est encore très considérable.

Pour terminer cet examen, il me reste seulement à dire qu'heureusement la partie mathématique n'est qu'un détail

dans l'ouvrage qui nous a occupés : l'abondante doctrine qu'il contient ne perdrait rien, si son exposition était dépouillée de tout appareil mathématique. Ce travail ne sera, par conséquent, pas inutile pour la science de notre pays, au contraire ; et il ne pouvait en être autrement, vu les qualités de son auteur.

Avançons un peu plus loin, et tâchons d'examiner les applications des mathématiques aux problèmes sociaux. Il y a deux difficultés principales pour traiter les questions de ce genre par le moyen des mathématiques, étant donné que l'application de celles-ci, comme je l'ai répété tant de fois, exige la connaissance exacte des lois suivant lesquelles varient les quantités qu'on doit étudier. La première difficulté consiste en ce qu'il intervient beaucoup de facteurs inconnus, ou dont l'influence n'est pas d'une forme mathématique déterminée ; la seconde dépend de ce que la volonté de l'homme entre comme facteur important dans ces questions, avec un pouvoir suffisant pour altérer à un moment donné, par des vues quelconques, les résultats qu'on devait logiquement attendre.

La première difficulté, quoique grande, est plus facile à vaincre que la seconde dans une multitude de circonstances. Il ne s'agit pas de celles qui se rattachent à des causes se présentant d'une manière soudaine et inattendue, et qui, favorables ou contraires, altèrent complètement la vie d'un peuple et défient tout calcul ; mais bien de celles qui opèrent d'une manière continue. Par là même, bien qu'elles soient inconnues, leurs effets peuvent se considérer comme tant d'autres erreurs accidentelles, et être calculés avec approximation. La théorie des probabilités est ici le recours suprême, et, aussi longtemps que l'application s'en fait conformément à ce que les fondements de la théorie exigent, il n'y a pas de doute que les résultats seront confirmés par l'expérience. C'est pourquoi l'on fait usage des probabilités en une multitude

de questions, comme les assurances de tout genre, les lois de la population des États, etc.

L'exactitude dans la solution mathématique de toutes ces questions dépend de la connaissance qu'on a de la loi suivie dans leur action par les causes inconnues ; car, chaque fois qu'on peut comparer des résultats de même genre et en nombre suffisant, l'expérience enseigne que les différences offertes par quelques-uns par rapport à ceux qui sont considérés comme réguliers ne se trouvent pas éparpillées au hasard, sans ordre ni concert, mais que leurs valeurs gardent une relation avec le nombre de fois qu'elles se présentent. D'où la possibilité d'étudier la loi de production de tous les cas possibles, et, une fois qu'elle est trouvée, d'établir la formule mathématique qui doit servir de fondement sûr à toute une classe de calculs relatifs à la question étudiée. Arrêtons-nous, par exemple, aux assurances sur la vie : il est clair que, si une compagnie établissait un nombre très restreint d'assurances sur la vie d'un pareil nombre d'individus, l'opération se réduirait à un vrai jeu de hasard, d'où sortirait gagnant celui que le sort voudrait favoriser. Mais supposons que la compagnie fasse des assurances en nombre très considérable : alors on peut affirmer que les résultats doivent s'accommoder aux prévisions, si la loi de mortalité est connue dans le pays où la compagnie fonctionne. Car la vie d'un individu, rapportée à son âge, peut être longue ou courte, sans qu'on puisse en général faire sur elle aucun calcul assuré ; mais, étant donné un nombre considérable d'individus, il est certain que, pour eux, s'offriront tous les cas possibles, dans l'ordre et le nombre indiqués par la loi de mortalité.

Cette condition des questions que nous examinons à présent, de ne pouvoir être soumises à une règle en chaque cas particulier, mais, s'il est possible, dans l'ensemble de tous les cas, s'impose presque toujours, et son oubli a conduit souvent à des conséquences étranges.

Les études mathématico-sociales préférées ont toujours été, de beaucoup, celles qui se rapportent à la population des États. Il y intervient une multitude de facteurs, dont l'influence est distincte et dont l'action a des lois très variées ; cependant les mathématiques, en partant des lois de la naissance et de la mortalité, sont parvenues à établir l'équation qui représente la loi à laquelle les variations de la population obéissent, équation qui peut servir de guide en beaucoup de cas, bien qu'en d'autres elle demeure muette, conséquence du péché originel d'empirisme qui l'affecte. Une loi remarquable et célèbre, qui établit la relation existant entre la population et les moyens de subsistance, est la loi si connue de Malthus, dont l'adoption donna lieu au système spécial appelé malthusisme : cette loi aussi est empirique, et seules les statistiques peuvent montrer si elle est certaine ou non. Cependant, il faut noter que les inventions se succèdent sans interruption et sont choses qu'on ne peut prévoir ; et, comme une multitude d'entre elles ont pour résultat la découverte de nouveaux moyens de subsistance, la loi citée perd beaucoup de son importance.

Et puisque nous traitons de la loi de population en fonction progressive du temps, il est naturel que nous pensions à la même loi en fonction régressive de la même variable. Une fois établie l'équation qui régit le développement progressif de l'humanité, il vaut la peine de se demander combien de temps serait nécessaire pour que, avec le coefficient actuel d'accroissement, un couple primitif fournisse la population actuelle du monde. L'équation est facilement résolue, puisque c'est l'équation même qui sert dans les questions d'intérêt composé et autres analogues, et le chiffre très petit qu'elle donne pour résultat paraît bien remarquable, si on le compare avec les milliers et milliers d'années que certains géologues attribuent à l'humanité.

La question de la richesse est aussi une des plus spé-

cialement étudiées par les mathématiciens : parmi les ouvrages consacrés à ce sujet, celui de Cournot intitulé : *Théorie des richesses* appelle l'attention, parce qu'il est purement mathématique. On y trouve ramenées à des formules les questions les plus importantes; mais on reconnaît vite que, dans cet appareil mathématique, généralement logique pour le raisonnement, il existe un grand défaut, à savoir que les fonctions sont purement symboliques ; on pourra difficilement trouver en chaque cas leur vraie forme algébrique, toujours à cause de la complexité des lois qui rattachent les divers éléments, du nombre de ceux-ci, de ce que beaucoup sont inconnus ou surgissent inopinément, et de la part prise dans ces questions par la volonté, qui ne se soumet pas à une loi ? Car, qui ignore les véritables folies auxquelles l'occasion conduit souvent les sociétés et les particuliers ? A quoi ne donnent pas lieu la mauvaise foi et les passions, quand on a la possibilité de les satisfaire ?

Un essai remarquable d'application des mathématiques aux sciences sociales et à d'autres genres de connaissances a été fait récemment, et quelques-unes de ses parties ont été déjà discutées dans cette chaire : je veux parler de la nouvelle science qu'on a nommée *Génétique*. Il suffit de feuilleter l'ouvrage qui porte ce titre (1), pour comprendre que son auteur est très versé dans les mathématiques pures, et qu'il connaît à fond les questions auxquelles il s'efforce d'appliquer les lois du calcul. Mais on voit bien vite aussi l'influence de la métaphysique, laquelle, quand elle opère hors de son terrain propre, a la vertu de rendre stérile toute étude. Les considérations métaphysiques règnent principalement dans les fondements de la génétique : c'est oublier que telle n'est pas la manière d'établir une science mathématique appliquée. Des tours spéciaux

(1) Il s'agit ici d'un ouvrage publié par un ingénieur espagnol, M. Boixader y Solana, sous le titre : *Principios de Genética y sus primarias aplicaciones*, etc. Madrid 1884.

du langage font paraître comme de nouvelles inventions des choses qui depuis longtemps sont connues et appliquées dans la science ; enfin, dans le passage de la mécanique à la génétique on trouve, au lieu d'un raisonnement logique, l'action dominante d'idées préconçues, défaut qui se remarque en plusieurs parties de l'ouvrage.

Cette opinion qui se forme aussitôt qu'on lit les premières pages de *la Génétique*, se corrobore ensuite en examinant les prétendues *lois objectives génétiques*, où la faiblesse, bien plus, le caractère illogique et peu mathématique du raisonnement et l'inexactitude de la base fondamentale font voir, plutôt que des théorèmes déduits, des concepts *à priori* mathématiquement formulés. La découverte de ce que *la Génétique* appelle la LOI, à laquelle on attribue une importance telle qu'on consigne la date de cette découverte, considérée comme ayant une origine divine, n'est, à mon avis, qu'une illusion de la métaphysique spéciale qui domine dans la nouvelle science.

Telle étant la faiblesse et l'inexactitude des principes fondamentaux de la génétique, les applications qui viennent ensuite ne peuvent avoir de valeur mathématique. Quand on fait des travaux de ce genre, il faut ne pas perdre de vue que les mathématiques ne peuvent être appliquées à d'autres sciences que pour autant que les lois de relation des quantités à étudier se trouvent établies par les faits. Les mathématiques pures étudient toutes les formes possibles des fonctions, leurs relations et propriétés ; si, étudiant ensuite dans les faits les quantités qui interviennent dans un phénomène, on trouve que la fonction qui relie ses éléments les uns aux autres est de forme connue, en appliquant tout ce que la théorie a établi, on déduira une multitude de conséquences qui, traduites en langage ordinaire, feront connaître autant d'autres particularités du phénomène étudié. Si ladite fonction est de forme nouvelle, les mathématiciens se chargeront d'en faire l'étude théorique, et les conséquences

qu'ils auront déduites seront successivement appliquées, comme dans le cas précédent, à la question pratique. Mais, dans l'un et l'autre cas, il a fallu connaître d'abord, par l'observation attentive du phénomène, une relation entre les éléments constitutifs qui y interviennent. Par l'oubli de ces règles, que l'expérience a élevées au rang de lois, *la Génétique* n'est pas devenue une œuvre vraiment mathématique : c'est du moins un puissant effort de génie, et ceux qui aiment ce genre d'études trouveront dans sa lecture une occasion de s'exercer avec fruit à d'importantes investigations.

On ne peut dire qu'il y ait de véritables applications des mathématiques à l'histoire, bien qu'elles puissent lui rendre d'importants services, par exemple, dans l'éclaircissement de certaines dates douteuses. Mais, si nous appliquons la théorie des probabilités à déterminer le degré de confiance que méritent les faits rapportés par les historiens, nous en déduirons d'importantes conséquences, et je ne puis résister à la tentation de leur consacrer quelques lignes de mon travail.

M. Liagre, dans son *Calcul des probabilités* (1), se propose comme exercice la question suivante : Supposons qu'un fait ait été transmis successivement par vingt personnes, de telle sorte que la première l'ait raconté à la seconde, celle-ci à la troisième, et ainsi de suite. Admettons d'ailleurs que la véracité de chaque relation du fait soit $\frac{9}{10}$, c'est-à-dire, qu'il n'y ait d'altérée que l'exactitude d'une circonstance sur dix, ce qui n'est pas trop supposer; le calcul nous dit qu'on peut parier huit contre un que le fait, tel qu'on le rapporte définitivement, n'est pas exact. Par là on voit en premier lieu avec quel scrupule l'historien doit se conformer à la vérité des faits qu'il rapporte, sans se permettre d'en altérer les détails par

(1) Liagre. *Calcul des probabilités*. Bruxelles, 1879, p. 66.

aucun genre de considérations. Il s'en déduit aussi une bien triste conséquence : c'est qu'on a en beaucoup d'occasions trop de raison de se défier de l'histoire, à la vue des contradictions que l'on trouve sur des faits très importants, dans des historiens reconnus pourtant comme sérieux et véridiques. Le même exemple nous montre aussi combien les autorités agissent sagement en ne permettant pas que l'on altère le moins du monde le texte de documents ayant quelque importance.

Du rapide examen que je viens de faire des principales applications des mathématiques aux études scientifiques, il résulte que les sciences où les phénomènes sont assez connus pour qu'on puisse établir des relations quantitatives entre leurs éléments donnent facilement entrée au calcul, sous l'influence duquel le progrès est rapide, toutes les particularités observées s'expliquant, et beaucoup d'autres se découvrant dont on ne soupçonnait pas l'existence. Dans cette classe de sciences, la forme des fonctions est parfaitement connue; de là l'utilité et la fécondité de l'analyse mathématique quand on la leur applique.

En revanche, les sciences dont les phénomènes sont tels que leurs éléments ont résisté jusqu'ici à toute mesure n'ont pu livrer accès au calcul; quand on a tâché de donner une forme mathématique à leur étude, les fonctions établies se sont réduites à de purs symboles, sans indiquer même la possibilité de connaître leur forme, et par conséquent sont restées stériles pour le progrès de la science.

Quand on dit, comme Newton, que les corps s'attirent proportionnellement aux masses et en raison inverse des carrés de leurs distances, le point de départ reste établi en toute clarté, les conséquences ne tardent pas à venir, et les formules trouvées s'appliquent à tous les cas, pourvu qu'on mette au lieu des symboles généraux les valeurs particulières correspondantes : elles font ainsi connaître autant d'autres lois des phénomènes étudiés. Quand on

dit seulement qu'une quantité est fonction d'une autre, cela ne signifie rien sinon qu'entre les deux il existe une dépendance, susceptible peut-être de s'exprimer mathématiquement; par conséquent, qu'on doit chercher la forme de la fonction, en mesurant les quantités et comparant leurs valeurs, jusqu'à ce qu'on puisse affirmer ou au moins présumer la loi qui les unit; et alors, seulement alors, le procédé mathématique donnera des résultats positifs.

Je termine, Messieurs, en vous répétant la prière que je vous ai faite en commençant : je sais très bien tout ce qui manque à mon travail, et je comprends combien peuvent contribuer à son développement ceux qui parmi nous se consacrent à cultiver des branches spéciales de la science. En les suppliant de le faire, je crois être l'interprète des désirs de tout l'*Ateneo*. Espérons-le donc avec confiance, ce sujet de l'application des mathématiques aux autres sciences trouvera pour l'exposer des organes plus éloquents que moi, et alors les mathématiques brilleront de toute la splendeur à laquelle leur importance et leur influence universelle leur donnent droit de prétendre.

Francisco Iñiguez.

BIBLIOGRAPHIE

I

La Statique graphique et ses applications aux constructions, par M. Maurice Lévy, membre de l'Institut, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur au Collège de France et à l'École centrale des arts et manufactures, 2e édition. 3e partie : Arcs. Ponts suspendus. Corps de révolution. 1 vol. de texte de 418 pages, avec figures, et 1 atlas de 8 planches. Paris, Gauthier-Villars, 1887.

Nous avons dit, en rendant compte des deux premiers volumes de cet ouvrage (1), qu'il n'a, à vrai dire, de commun que le fond avec celui dont il constitue la réédition, et que, par le développement considérable que lui a donné l'auteur, il est arrivé à former un traité complet de mécanique appliquée aux constructions, principalement basé sur les procédés de la statique graphique, mais faisant pourtant aussi une large place à la théorie analytique.

Dans le volume qui vient de paraître, M. Maurice Lévy traite de la résistance des arcs métalliques, des ponts suspendus à tablier rigide, et des corps de révolution. Cette partie du sujet est assez importante par elle-même pour donner lieu à une analyse spéciale, que nous nous efforcerons de faire aussi sommaire que possible en raison de la nature très technique du sujet, mais où nous essaierons néanmoins d'indiquer les grandes lignes de l'ouvrage sans rien omettre d'essentiel.

(1) *Revue des quest. scient.*, octobre 1886, p. 616.

Le volume se divise en quatre sections.

La première est consacrée aux arcs métalliques, et se subdivise elle-même en quatre chapitres : arcs reposant sur rotules ou tourillons fixes sans encastrement ; arcs encastrés aux deux extrémités ; arc encastré à un bout et posé sur rotule en un de ses points ; arcs avec charnières.

Il y a lieu de noter, dans cette partie de l'ouvrage, la très grande simplicité de la méthode graphique d'Eddy employée par M. Maurice Lévy ; le fait, très digne de remarque, qu'il l'applique à tous les systèmes d'arcs, quel que soit le mode d'attache, qu'il y ait ou non des charnières ; l'élégante méthode — qui appartient en propre à M. Lévy — pour déterminer la poussée d'un arc quelconque, sous l'action d'un poids unique, à l'aide du tracé d'une courbe funiculaire particulière, qu'il appelle la *ligne de poussée* et qui donne d'un coup les poussées *dans toutes les positions* du poids, et par suite, par de simples additions, la poussée produite par une charge quelconque ; la méthode, appartenant également à l'auteur, à l'aide de laquelle il déduit de la ligne de poussée les *lignes d'influence* relatives à un arc, ce qui permet d'étudier les effets de charges mobiles ; l'examen très soigné des effets produits dans les arcs par la température.

Pour les arcs circulaires de section constante posés sur rotules, dont l'importance est grande au point de vue pratique, M. Lévy reproduit les excellentes tables de Bresse.

La deuxième section a pour titre : *Actions exercées par des forces normales au plan de la fibre moyenne, particulièrement par le vent sur les ouvrages formés de fermes en charpente.* Cette question, si grave comme on l'a reconnu de nos jours à la suite de terribles accidents, n'a pas encore, à notre connaissance, été traitée avec un pareil soin et de pareils développements. Ajoutons que la théorie émise par M. Maurice Lévy est entièrement neuve et originale. Dans un premier chapitre, il donne l'analyse complète du problème pris au point de vue général, et fait voir, entre autres, sous quelle condition est acceptable l'hypothèse admise par les constructeurs pour le résoudre, à savoir que le moment de flexion produit au sommet de l'arc par l'effort normal, est indépendant de la flèche. Dans le second, il étudie plus particulièrement l'action du vent sur les fermes en charpente. Comme le remarque M. Lévy, “ un ouvrage peut périr sous l'action du vent, soit par insuffisance de ses attaches aux culées, soit par insuffisance des dimensions des fermes principales, soit par insuffisance des pièces qui relient ces fermes entre elles. „ De là

trois problèmes que l'auteur épuise dans leurs moindres détails, faisant connaitre d'élégantes solutions graphiques d'un emploi commode dans la pratique.

La troisième section renferme la théorie des ponts suspendus à tabliers rigides. Cette théorie, telle qu'elle est ici présentée, est l'œuvre personnelle de M. Maurice Lévy, qui a pu, sur ce sujet délicat, exercer son talent de géomètre distingué.

Cette section comprend trois chapitres, le premier traitant de la théorie générale, le deuxième de l'application de cette théorie générale au cas où il n'y a pas de haubans, le troisième de son application au cas où il y en a.

A la règle ancienne de Rankine, qui peut fournir une approximation mais dont l'insuffisance est manifeste, M. Maurice Lévy substitue un ensemble de règles nouvelles qui, non seulement tiennent compte des effets dus à la charge permanente, à la surcharge et à la température, mais encore du genre de support de la poutre à ses extrémités et de son mode de liaison avec le câble.

Parmi les conclusions que l'auteur tire de la discussion du problème, nous citerons celles-ci :

La poutre doit être calculée en vue de résister aux plus fortes charges *isolées*. Il convient de lui donner un moment d'inertie qui soit environ le tiers de celui qu'on lui donnerait si elle n'était pas reliée au câble.

Le câble et les tiges doivent être calculés pour résister aux plus fortes charges *uniformes*. Pour le câble, il faut tenir compte du poids permanent et de la surcharge uniforme réglementaire. Pour les tiges, on aura toute sécurité en admettant une charge uniforme double de celle admise dans le calcul des câbles, et en les faisant travailler seulement au tiers de la tension maxima admise pour les câbles.

La quatrième section est relative aux corps de révolution symétriquement chargés. Dans un premier chapitre, M. Lévy établit les équations d'équilibre d'une surface de révolution parfaitement flexible, dont il suppose l'épaisseur extrêmement petite, pour les appliquer aux cas des surfaces sphériques et coniques. Il donne en outre une solution graphique fort simple du problème général. Dans un second chapitre il reprend la question, en supposant cette fois que l'épaisseur n'est plus négligeable, c'est-à-dire qu'il étudie la résistance des coupoles métalliques. Dans un troisième, il résout le problème pour les manchons cylindriques, les chaudières cylindriques, à fonds

plats et à fonds bombés, les chaudières sphériques, les plaques circulaires.

Le volume contient en outre deux Notes qui n'en constituent pas le moindre intérêt.

La première est intitulée : *Sur la détermination directe des arcs d'égale résistance.* Elle contient une solution nouvelle et extrêmement élégante de ce problème, solution qui généralise celle que M. l'inspecteur général Renoust des Orgeries a fait connaître pour les poutres droites (1).

L'extension de la méthode de ce dernier auteur était loin d'être immédiate ; aussi, quoique ayant puisé dans cette méthode une idée de principe, M. Lévy conserve-t-il tout le mérite de sa belle solution qui permet de traiter directement le problème sans supposer d'abord l'arc de section constante. Les applications au pont du Douro et aux diverses fermes de l'exposition de 1878 mettent bien en lumière la remarquable simplicité de la méthode, qui ne laissera pas que de causer une vive impression sur les hommes du métier.

Enfin dans la Note II, qui termine le volume, M. Maurice Lévy s'occupe des deux problèmes suivants :

1° Problème des arcs continus, c'est-à-dire des arcs reposant par leurs extrémités sur deux appuis fixes et dont un certain nombre de points de la fibre moyenne sont assujettis à n'avoir que des déplacements dont la composante verticale est nulle, ou, plus généralement, de valeur donnée. L'auteur traite d'abord en détail ce problème par l'analyse, puis en donne une solution graphique lorsqu'on néglige la compression de la fibre moyenne et les efforts tranchants devant la flexion.

2° Problème des arcs reliés à des poutres continues. C'est le cas, par exemple, du célèbre pont du Douro. Ici encore, l'auteur développe la solution analytique et la solution graphique, et les formules qu'il obtient, comme celles d'ailleurs relatives au problème précédent, sont nouvelles et font faire un véritable progrès à la question.

En somme, on voit que pour la rédaction de ce bel ouvrage, M. Maurice Lévy a presque constamment puisé dans son propre fonds. Son œuvre joint donc au mérite de l'élégance celui de l'originalité, ce qui n'est pas pour en diminuer le prix.

(1) Mémoire n° 20 du tome II (5e série) des *Annales des ponts et chaussées* (1871).

Nous renouvellerons ici à l'éditeur nos vives félicitations pour la perfection typographique du livre et la remarquable exécution des planches de l'atlas.

MAURICE D'OCAGNE.

II

TRAITÉ D'ANALYSE, par H. LAURENT, examinateur d'admission à l'École polytechnique, t. I : Calcul différentiel. Applications géométriques. 1 vol. in-8° de 475 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1887.

La maison Gauthier-Villars continue la publication du Traité d'Analyse de M. Laurent, qui, nous l'avons déjà dit, doit comprendre six volumes.

Nous avons, dans cette Revue, signalé le premier volume lors de son apparition (1). Voici maintenant le second. Celui-ci traite des applications géométriques du calcul différentiel. En raison du développement que doit avoir l'ouvrage, l'auteur peut s'étendre beaucoup plus qu'on ne le fait d'ordinaire sur ces applications. De fait, dans la plupart des traités, les exemples d'application géométrique se réduisent à quelques questions classiques, fort importantes sans doute, mais ne sortant pas d'un champ assez limité. Les applications plus développées ne figurent en général que dans les traités de géométrie analytique.

M. Laurent a adopté une classification méthodique des matières qui nous semble commode et logique. Il étudie à part : 1° les questions de géométrie plane qui dépendent des infiniment petits du premier ordre (chap. I); 2° celles qui dépendent d'infiniment petits d'ordre supérieur au premier (chap. II); 3° les questions de géométrie dans l'espace qui dépendent d'infiniment petits du premier ordre (chap. IV); 4° celles qui dépendent d'infiniment petits d'ordre supérieur au premier pour les courbes gauches (chap. V), et pour les surfaces (chap. VI).

En outre, il consacre un chapitre spécial (chap. III) à l'étude si importante des points singuliers dans les courbes planes.

A titre d'observations générales, nous remarquerons en premier lieu que M. Laurent a développé les applications géomé-

(1) Livraison de janvier 1886, p. 233.

triques du calcul différentiel dans les systèmes de coordonnées les plus variés, tandis que la plupart des auteurs se contentent de le faire pour les deux systèmes classiques — les plus usuels, il est vrai — des coordonnées cartésiennes et des coordonnées polaires. Il est incontestable pourtant qu'il est fort utile de connaître les formules différentielles relatives à la théorie du contact et de la courbure dans le cas des coordonnées trilinéaires ou tétraédriques, multipolaires, tangentielles, et il faut savoir gré à M. Laurent d'avoir successivement envisagé tous ces systèmes de coordonnées.

M. Laurent s'est, en outre, attaché à distinguer, dans l'étude différentielle des courbes et des surfaces, les cas où les courbes et les surfaces sont *algébriques;* ce qui, si nous ne nous trompons, est une innovation dans un ouvrage de ce genre, la question étant généralement réservée, au moins avec de pareils développements, pour les traités de géométrie analytique. C'est, en particulier, à cette tendance que nous devons, dans le livre dont nous parlons, le chapitre développé qui est relatif à l'étude des points singuliers dans les courbes algébriques.

Un autre trait qu'il y a lieu de signaler dans l'ouvrage de M. Laurent, c'est l'emploi systématique des formules symétriques par rapport à toutes les variables, c'est-à-dire obtenues sans résoudre les équations par rapport à une coordonnée. Les formules sont alors parfois un peu plus longues à écrire; mais, loin de se compliquer, elles gagnent souvent ainsi en élégance et en clarté, et, ce qui est important, elles sont d'une application bien plus facile ; enfin, elles se gravent mieux dans l'esprit. Pour ne citer qu'un exemple, l'équation aux rayons de courbure principaux ne s'oublie plus quand on l'a vue une fois écrite sous la forme de déterminant donnée par M. Laurent (page 437), tandis que la formule ancienne est presque impossible à retenir.

Enfin, nous signalerons la théorie des courbes gauches, que M. Laurent présente d'une façon qui nous semble originale et neuve, et qui est fondée surtout sur l'emploi des formules dites de Serret ou de Frenet, dont l'auteur tire un excellent parti.

Chaque chapitre est terminé par une série d'exercices et de notes qui contiennent une foule de résultats particuliers bien dignes d'intérêt (1).

(1) Nous signalerons à titre de curiosité l'exercice 12 du chapitre v (p. 414), dont M. Laurent a emprunté l'énoncé à Gavarni, notre grand caricaturiste, lequel, non content d'esquisser la physionomie de son temps de son crayon spirituel et léger, a cultivé aussi la science dans ses parties les plus abstraites avec un certain succès.

Ce second volume du Traité de M. Laurent, outre qu'il mettra l'étudiant à même d'élucider, au moyen des applications géométriques, quelques questions particulièrement délicates d'analyse pure, contribuera aussi à former son bagage géométrique. C'est un mérite qui vaut la peine d'être signalé.

MAURICE D'OCAGNE.

III

THÉODORE D'OPPOLZER. Travaux scientifiques.

La liste complète des travaux de Théodore d'Oppolzer, a été dressée par le Dr Robert Schram. Elle comprend 318 numéros et paraîtra dans le *Vierteljahrsschrift der astron. Gesellschaft*. Nous en publions ici un extrait, à la suite de l'Éloge funèbre, prononcé au nom de l'Académie de Vienne, le 26 mai 1887, par M. le professeur Édouard Suess, secrétaire de la classe des sciences mathématiques et naturelles. M. E. Pasquier, professeur à l'Université catholique de Louvain, qui a traduit le *Traité de la détermination des orbites des comètes et des planètes* (1) de Th. d'Oppolzer, a bien voulu traduire cet Éloge pour nos lecteurs.

Né à Prague le 26 octobre 1841, Théodore d'Oppolzer a seulement atteint l'âge de 45 ans. Le nombre de travaux terminés en une si courte vie est réellement étonnant. Jeune encore, marchant en vrai vainqueur de succès en succès, Théodore d'Oppolzer sut élever son nom au niveau de celui de son illustre père et atteindre la même gloire. Aussi, quand, le second jour de Noël de l'an dernier, il nous était subitement enlevé dans toute sa force physique et en pleine possession de son jugement, pouvait-on répéter ces paroles prononcées sur la tombe de l'immortel Galilée : Il nous a beaucoup donné, mais il emporte davantage avec lui.

Jean d'Oppolzer, le célèbre professeur de notre École de médecine dont le souvenir est ineffaçable, destinait son fils à l'art médical ; mais le précepteur du jeune Théodore — son nom mérite d'être ici rappelé avec reconnaissance — M. Franz Jahne, mort plus tard fonctionnaire supérieur des chemins de fer de

(1) Voir dans la livraison de juillet 1886, p. 201, le compte rendu bibliographique de cette édition française.

l'État, avait reconnu les dispositions spéciales de son élève pour les études mathématiques et il s'efforça de les développer. Tandis que le père s'adonne à l'étude des altérations microscopiques et en fait la base des symptômes morbides avec une sûreté de jugement qui n'a pas été dépassée, le fils se consacre à l'étude des infiniment grands, à l'astronomie, et y déploie cette persévérance et cette ténacité qui ont raison de toutes les difficultés. Dès l'âge de 19 ans, à peine entré en médecine, Théodore d'Oppolzer publie son premier mémoire astronomique ; il a pour titre : *Ueber die Bahn des Kometen 1861 I.*

En janvier 1865, notre regretté défunt obtient à l'Université de Vienne le grade de docteur en médecine; à cette époque, âgé seulement de 24 ans, il a déjà déterminé 56 orbites de petites planètes et publié plusieurs éphémérides et observations dans les recueils astronomiques.

L'année suivante, il devient *privat-docent* du cours d'astronomie théorique; en 1869, à l'âge de 28 ans, il est nommé membre correspondant de l'Académie impériale; à 29 ans, il fait paraître le premier volume de son *Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten*, ouvrage devenu classique; ce premier volume est arrivé depuis à une deuxième édition, profondément remaniée et qui est traduite en français. La même année, il est nommé professeur extraordinaire d'astronomie et de géodésie supérieure à l'Université de Vienne.

Deux ans plus tard, en 1872, le jeune astronome dont la renommée s'était si rapidement accrue, est envoyé par le gouvernement pour représenter l'Autriche dans la Commission géodésique internationale; le problème de la détermination de la vraie figure de la terre, dont s'occupe cette commission, devient ainsi pour lui un nouveau et vaste champ ouvert à son activité. C'est là un fait que les générations passées auraient à peine pu concevoir : tandis que les nations restent sous les armes et que le peuple attend souvent inquiet une nouvelle et épouvantable conflagration ; dans une sphère plus élevée, les délégués de tous les pays, animés d'une noble émulation, continuent à se rassembler à des époques régulières en vue d'étendre le champ des connaissances humaines. Dans leurs réunions, ces délégués déterminent par le calcul, soit la forme, soit la grandeur du globe terrestre; les dissentiments qui règnent entre les nations disparaissent et l'on dirait que, là du moins, le rêve de la paix universelle est devenu une réalité.

Grâce à son observatoire privé, construit dans Alserstrasse à

Vienne, Oppolzer a encore enrichi la science de toute une série d'observations et de déterminations nouvelles; il a de plus fait faire un pas considérable à la solution de deux problèmes importants : le mouvement de la lune et le calcul des éclipses. En 1881, il achevait ses *Syzygien-Tafeln für den Mond* et, en 1882, il était nommé membre titulaire de notre Académie impériale. En 1883, il présentait à la classe ses *Tafeln für die Berechnung der Mondesfinsternisse;* en 1885, il était le délégué du gouvernement dans la Commission des poids et mesures, et terminait son *Canon der Finsternisse*, fruit de nombreuses années de labeur.

Dans la dernière séance solennelle de l'Académie — notre regretté défunt était encore parmi nous —, cette œuvre était déjà considérée comme l'une des entreprises numériques les plus importantes que l'humanité ait jamais exécutées. On y trouve la détermination de toutes les éclipses comprises dans un intervalle de 33 siècles, depuis l'an 1203 avant jusqu'à l'an 2163 après J.-C. : en tout, 8000 éclipses de soleil et 5200 éclipses de lune. Pendant des années, tout un personnel de calculateurs, les uns volontaires, les autres payés de ses propres deniers, lui est venu en aide dans ce calcul, dont les manuscrits originaux, d'après la notice de son fidèle collaborateur, M. le Dr Schram, comprennent 242 gros in-folio, avec plus de 10 millions de chiffres.

Ce monument qu'Oppolzer s'est élevé à lui-même, il ne lui a pas été donné de le voir terminé. Il était déjà sur son lit de mort, lorsque les dernières feuilles étaient encore sous presse.

L'Université de Vienne conserve avec orgueil, dans ses archives, le souvenir de l'essor puissant que Georges de Peurbach a su donner, il y a plus de quatre siècles, aux études astronomiques. Comme Oppolzer, Peurbach a calculé des tables d'éclipses, qui n'ont été imprimées, il est vrai, que longtemps après sa mort; lui aussi est mort jeune, en 1461, à l'âge de 38 ans seulement. L'influence de Peurbach comme professeur a été cependant si longue et si profonde que son célèbre élève, Regiomontanus, de Nuremberg, dans l'épitaphe qu'il s'est lui-même composée, se plaît à vanter les qualités du cher professeur de Vienne, comme s'il avait voulu témoigner sa reconnaissance même au delà du tombeau. Tout aussi profonds sont les sentiments d'affection et de gratitude qu'Oppolzer a laissés dans le cœur de ses élèves et de ses amis. Ces sentiments ont deux sources pour origine : la science éminente du professeur et ses qualités personnelles. Le

cher défunt — aucun de nous ne l'a vu autrement — avait en effet ce franc sourire qui inspire la confiance, captive et charme tout à la fois, et qui est l'expression non équivoque d'une âme pure, heureuse de ses nobles succès.

Il y a deux ans, Oppolzer avait entrepris la solution d'un problème, intimement lié à la théorie de la lune qu'il a publiée dans le 51e volume des Mémoires de la classe des sciences mathématiques et naturelles. La question est d'établir, dans le sens de cette théorie, les équations différentielles du mouvement troublé de la lune, et de pousser les développements numériques assez loin pour que l'intégration de ces équations soit ramenée à de simples quadratures. Grâce aux soins de sa veuve, Madame Célestine d'Oppolzer, née de Mauthner, l'achèvement de cette œuvre est assuré dès aujourd'hui : il est confié, sous la direction de M. le Dr Schram, à des aides que le défunt a lui-même désignés. Quand le travail sera terminé, il prendra place dans les Mémoires de l'Académie.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES DE TH. D'OPPOLZER.

Bahnbestimmung des Planeten. 64. Sitzb. Wien. T. XLVII pp. 229—241.

Entwicklung von Differentialformeln zur Verbesserung einer Planeten- oder Kometenbahn nach geocentrischen Orten. Sitzb. Wien. T. XLIX, pp. 271—288.

Die Constanten der Präcession nach Le Verrier. Sitzb. Wien. T. LVI, pp. 579—593.

Definitive Bahnbestimmung des Planeten 58 " Concordia „ Sitzb. Wien. T. LVII, pp. 343—383.

Ueber die Bestimmung einer Kometenbahn. II. Abh. Sitzb. Wien. T. LX, pp. 918—944.

Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten. 1er volume. Leipzig 1870. W. Engelmann. 353 pages.

Ueber den Venusdurchgang des Jahres 1874. Sitzb. Wien. T. LXI, pp. 515—599.

Ueber den Winnecke'schen Kometen (Komet III 1819). 1re partie. Sitzb. Wien. T. LXII, pp. 655—675.

Ueber den Winnecke'schen Kometen (Komet III 1819). Sitzb. Wien. T. LXVIII, pp. 237—292.

Das Schaltbrett der österreichischen Gradmessung. Sitzb. Wien. T. LXIX, pp. 379—398.

Ueber einige Relationen zwischen den Combinationssummen der Quadrate der geraden und ungeraden Zahlen. Mathematische Annalen. T. XIII, pp. 405—410.

Neue Methode zur Bestimmung der Bahnelemente gleicher Wahrscheinlichkeit für einen kleinen Planeten aus den Beobachtungen einer Erscheinung. Monatsb. Berlin 1878, pp. 581—602.

Entwicklung der Differentialquotienten der wahren Anomalie und des Radiusvector nach der Excentricität in nahezu parabolischen Bahnen. Monatsb. Berlin 1878, pp. 582—859.

Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten. II. Bd. Leipzig 1880. 635 pages.

Ueber die Berechnung der wahren Anomalie in nahezu parabolischen Bahnen. Abh. der II. Cl. der k. Akad. d. Wiss. in München. T. XIII. Abth. III, pp. 137—168.

Ueber die Bestimmung grosser wahrer Anomalien in parabolischen Bahnen. Monastb. Berlin 1880, pp. 511—515.

Syzygien-Tafeln für den Mond. Publication der astronomischen Gesellschaft. XVI. Leipzig 1881. W. Engelmann, 48 und [54] pages.

Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten. I. Bd. Zweite völlig umgearbeitete Auflage. Leipzig 1882. W. Engelmann. 684 pages (1).

Beitrag zur Ermittlung der Reduction auf den unendlich kleinen Schwingungsbogen. Sitzb. Wien. T. LXXXVI, pp. 713—732.

Ermittlung der Störungswerthe in den Coordinaten durch die Variation entsprechend gewählter Constanten. Denkschr. Wien. T. XLVI, pp. 45—75.

Ueber die Kriterien des Vorhandenseins dreier Lösungen bei dem Kometenprobleme. Sitzb. Wien. T. LXXXVI, pp. 885—892.

Tafeln für den Planeten 58 " Concordia ". Denkschr. Wien. T. XLVII, pp. 149—159.

Tafeln zur Berechnung der Mondesfinsternisse. Denkschr Wien. T. XLVII, pp. 243—275.

Bericht über die Bestimmung der Schwere mit Hilfe verschiedener Apparate. Annex VI*a* zu den Verh. der 1883 in Rom abgehaltenen VII. allg. Conferenz der europ. Gradmessung, pp. 1-28; derselbe französisch ebendaselbst Annex VI*b*, pp. 38—64 (der deutsche Bericht abgedruckt in d. Zeitschr. für Instrumentenkunde IV. Jahrg. Sept., pp. 303—316 und Nov., pp. 379—387).

(1) C'est cette édition, augmentée et corrigée principalement par l'auteur, que nous avons traduite en français. Paris, Gauthier-Villars, 1886. — E. P.

Ueber die Länge des Siriusjahres und der Sothisperiode. Sitzb. Wien. T. XC, pp. 557—584, (Un extrait des akad. Anzeiger Nr. XXIII se trouve dans les Astr. Nachr. T. CX, Nr. 2633, pp. 271—272.)

Ueber Weltzeit. Conférence faite à la Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse le 8 Avril 1885. Ver. nat. K. T. 25, pp. 415—440.

Ueber die Auflösung des Kepler'schen Problems. Denkschr. Wien. T. L, pp. 185—243. (Un extrait des akad. Anzeiger Nr. IX se trouve dans les Astr. Nachr. T. CXII, Nr. 2672, pp. 127—128.)

Canon der Finsternisse. Denkschr. Wien. Bd. LII. Wien 1887. XXVI et 377 pages et 160 cartes.

Entwurf einer Mondtheorie. Denkschr. Wien. T. LI, pp. 69 à 105.

Ueber einen Apparat zur absoluten Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel. Akad. Anzeiger Wien 1886, Nr. X, pp. 82—85.

Ueber die astronomische Refraction. Denkschr. Wien. T. LIII, pp. 1—52.

IV

Les premiers ages du métal dans le sud-est de l'Espagne, par Henri et Louis Siret, ingénieurs.

L'ouvrage dont nous venons de transcrire le titre est encore en voie de publication, mais nous voulons le signaler à l'avance. Il consacre en effet, en archéologie préhistorique, la découverte la plus importante et la plus surprenante qui ait été faite de nos jours. MM. Henri et Louis Siret ont bien voulu, à diverses reprises, nous montrer les collections qu'ils ont rapportées d'Espagne; ce que nous avons vu, les explications qu'ils nous ont données nous permettent de parler en connaissance de cause de leurs travaux et de leur mémoire.

Nos jeunes et savants confrères de la Société scientifique avaient été appelés en Espagne par des travaux étrangers à ce genre de recherches; mais, dans les intervalles de liberté que leurs fonctions leur laissaient, ils les entreprirent et ils s'y attachèrent d'autant plus que le succès leur souriait exceptionnellement. Ils ont fouillé ainsi, pendant six années de séjour, une

zone côtière de 75 kilomètres de longueur, pénétrant parfois jusqu'à 35 kilomètres dans les terres. Ils s'y trouvaient au centre d'environ 30 stations préhistoriques. Comment les populations primitives s'étaient-elles donné là rendez-vous ? La réponse n'était pas malaisée à découvrir ; car dans ces régions émergeaient des filons de cuivre et d'argent natif. Tout à l'origine pourtant, le travail des métaux étant encore inconnu, elles ne purent subir cet attrait ; mais au même lieu le silex abonde. Tout concourait donc à en faire un centre d'habitation choisi pour ces races primitives.

On peut, dans les découvertes de MM. Siret, reconstituer l'histoire du progrès que font successivement ces hommes, leur travail et son procédé, leurs mœurs et leurs coutumes. Leurs armes et leurs outils ne sont d'abord qu'en silex ; puis apparaissent les armes en cuivre, ébauchées d'abord, mieux adaptées ensuite au but ; leur forme se perfectionne ; puis apparaît l'argent, dans des ornements, bracelets, pendants d'oreilles, couronnes, mais aussi dans des usages plus vils. Ainsi, chose absolument neuve pour la science, plusieurs haches de cuivre et de bronze étaient fixées au manche par des rivets d'argent.

Les sépultures par inhumation se font d'abord entre des dalles de pierre ; puis l'incinération s'établit dans les mœurs ; puis revient l'inhumation dans d'énormes vases en terre cuite, enterrés sous le sol, au milieu même de la hutte ou de la maison des survivants. Dans ces urnes les squelettes sont généralement à deux, squelette d'homme et squelette de femme, parfois squelette de femme et crâne de nouveau-né. L'un des crânes retrouvés dans ces urnes porte encore, fixés par du limon, sa couronne d'argent et ses pendants d'oreille. Des radius et des cubitus sont encore rejoints par des bracelets.

Voici du reste un résumé qui peut donner une idée des richesses découvertes par MM. Siret et rassemblées par eux, à Anvers, dans leur musée :

400 couteaux de silex,
150 pointes de flèche en silex,
500 scies et éclats de silex,
80 haches en pierre polie,
200 pierres à aiguiser,
300 lissoirs, disques, percuteurs, moules, etc.
900 pointes et outils en os et en ivoire,
70 haches plates en cuivre, .

250 couteaux et poignards en cuivre et bronze,
4 épées en bronze,
30 pointes de flèche en cuivre,
4000 grains de collier en pierre, coquille, or, ivoire, bronze et or,
350 poinçons en cuivre, bronze et argent,
700 bracelets, bagues, pendants d'oreilles en argent,
250 bracelets, bagues, pendants d'oreilles en bronze et en cuivre,
8 bracelets, bagues, pendants d'oreilles en or,
7 diadèmes en argent,
1300 pièces de terre cuite dont plus de la moitié sont des vases entiers,
500 coquilles trouées,
80 crânes humains, etc.

Ce qui m'a frappé davantage, c'est la bonne fortune avec laquelle MM. Siret ont pu reconstituer les séries de fabrication alors en usage. Je veux en donner deux exemples. Ainsi, dans une demeure, ils trouvent : dans un premier vase, une provision de *Pectunculus;* dans un second, des rondelles découpées au silex dans les Pectunculus; dans un troisième, des rondelles découpées et polies de manière à découvrir la nacre; dans un quatrième, des rondelles découpées, polies et perforées, voilà le grain prêt pour le collier; un peu plus loin, dans un débris de collier brisé, ils trouvent le fil d'assemblage. C'est un fil tressé en sparte. Évidemment, c'était la demeure et l'outillage d'un bijoutier de ce temps-là. Dans un autre cas, ils trouvent un creuset grossier, mais encore incrusté de larmes métalliques : c'est du cuivre, les scories sont à côté; plus loin le moule d'une hache tout disposé pour la coulée, puis l'enclume et le marteau de pierre qui servaient à forger la fonte.

Il faut nous borner. D'ailleurs les membres de la Société scientifique auront bientôt la primeur de ces remarquables découvertes de nos deux confrères; l'un d'entre eux en fera l'objet d'une conférence lors de l'assemblée générale d'octobre.

Le mémoire de MM. Siret, couronné à Barcelone d'un prix de 20 000 francs, paraîtra, en français d'abord, puis en espagnol, en un volume in-folio, accompagné d'un atlas comprenant 70 planches photolithographiées par la maison W. Otto, de Bruxelles-Dusseldorf, d'après les dessins de M. Louis Siret.

Victor Van Tricht, S. J.

V

Traité d'Arithmétique élémentaire, par l'abbé E. Gelin, docteur en philosophie et en théologie, professeur de mathématiques supérieures au Collège Saint-Quirin, à Huy. *Ouvrage couronné par l'Académie royale de Belgique, et adopté pour les classes supérieures de la section scientifique des athénées.* Cinquième édition *(sous presse)*. Namur, Wesmael-Charlier ; Huy, chez l'auteur. Un beau volume in-8° de plus de 400 pages.

A deux reprises déjà (1) la Revue a parlé de cet excellent traité, mais nous ne saurions trop le recommander. Nos lecteurs se rappellent que, dès sa première édition (1881), M. Mansion, juge aussi compétent que difficile à contenter, ne craignit pas d'écrire : " C'est un ouvrage qui figurera désormais avec honneur dans la littérature pédagogique de notre pays.... Évidemment, il a été travaillé et retravaillé, pour le fond et pour la forme, avant d'être livré au public. Ce n'est pas d'emblée, en effet, que l'on arrive, en arithmétique surtout, à rédiger les démonstrations avec la concision et la clarté qui distinguent le traité de M. Gelin.... Au point de vue de la rigueur aussi, le nouveau manuel est trop remarquable pour que l'auteur n'ait pas dû en remanier plusieurs fois les théories difficiles. Nous l'avons lu la plume à la main, et nous n'avons rien trouvé à redire aux raisonnements sur aucun point. Rigueur et clarté, stricte ordonnance logique de l'ensemble et des détails, voilà les qualités distinctives du livre de M. Gelin, celles qui lui assurent un grand succès dans nos établissements d'instruction moyenne. „

A la même époque, une autre sommité de l'enseignement universitaire, M. Gilbert, signalait à propos de cet ouvrage les " graves défauts „ de la plupart des traités élémentaires et ajoutait : " Destiné aux classes professionnelles et aux cours d'humanités, à égale distance d'un traité tout à fait élémentaire et d'un précis d'arithmétique supérieure, l'ouvrage de M. Gelin présente, au contraire, d'une manière bien nette la marque des deux genres de supériorité que nous venons de signaler. On sent que la science du professeur dépasse et domine les questions qu'il traite d'une manière cependant très élémentaire, et, d'un autre côté, l'intelligence, disciplinée par une philosophie sérieuse,

(1) T. X, p. 585 et t. XVIII, p. 253.

se manifeste dans la solide ordonnance du tout, dans l'enchaînement logique et serré des propositions, dans la méthode pleine de rigueur qui domine partout (1). „

L'auteur a, depuis lors, travaillé sans relâche à perfectionner son œuvre. Aussi, en rendant compte de la seconde édition dans la *Revue de l'Instruction publique en Belgique* (2), M. Mansion écrivait : " L'Arithmétique de M. Gelin, en 1881, était la plus rigoureuse et la plus claire que l'on eût publiée en Belgique ; celle de 1885 est, en outre, la plus complète, et même, au point de vue pratique (livre VII, *Mesures;* livre VIII, *Résolution des problèmes)*, elle est incontestablement la meilleure qui ait été publiée en français. „ En proposant, l'année dernière, à l'Académie royale de Belgique de couronner le traité de M. Gelin, le rapporteur s'est approprié cette flatteuse appréciation d'un critique aussi autorisé.

Le succès ne s'est pas fait attendre. Outre les deux éditions dont la Revue a rendu compte, il a fallu en tirer successivement deux autres pour la France. C'est ainsi que l'édition actuellement sous presse est bien réellement la cinquième.

Un des chapitres de cette édition en préparation nous a été communiqué en manuscrit, et nous l'avons trouvé si intéressant et si utile que l'envie nous vint d'en obtenir la primeur pour nos lecteurs. L'auteur, qui est membre de la Société scientifique de Bruxelles, y a non seulement consenti ; mais il a bien voulu, en outre, donner un peu plus d'extension à son travail et l'enrichir de notes à l'intention de la Revue. Nous ajoutons que les renseignements consignés dans ces pages, et notamment dans le Tableau des monnaies, ont été recueillis avec le plus grand soin, et peuvent servir à rectifier plusieurs erreurs qu'on rencontre encore aujourd'hui dans les Annuaires les plus estimés et les plus répandus. Cela dit, nous laissons la parole à M. Gelin.

LA MONNAIE.

On appelle *monnaie* un objet que la loi a constitué *mesure commune de la valeur des choses* (3).

(1) *Revue catholique* de Louvain, 15 septembre 1881,

(2) T. XXIX, p. 38, 1re livraison de 1886.

(3) M. V. Jacobs ajoute, d'après l'article 1142 du Code civil : *et moyen de se libérer de tous les engagements. (Le double étalon monétaire,* dans les Annales de la Société scientifique de Bruxelles, première année, 2e partie, page 75.)

" Il est certain, dit Ch. Coquelin, que la monnaie remplit dans la pratique

Les monnaies sont soit en métal précieux, or ou argent, soit en métal vil, cuivre, bronze ou nickel.

Pour diminuer le *frai* ou usure des monnaies d'or et d'argent (1), on les allie d'un peu de cuivre, et l'on appelle *titre* le rapport du poids de l'or ou de l'argent au poids total de l'alliage (2).

On distingue les monnaies en *monnaies principales,* aussi appelées *monnaies pleines, monnaies de payement* ou *monnaies courantes,* et en *monnaies auxiliaires,* aussi appelées *monnaies divisionnaires, monnaies d'appoint* ou *billon.*

Il importe de bien saisir les caractères qui distinguent les monnaies principales des monnaies auxiliaires (3).

Les monnaies principales ont la valeur du métal, or ou argent, qu'elles contiennent. En le monnayant, on pèse et on titre le métal sous le contrôle de l'État, mais on n'ajoute ni ne retranche rien à sa valeur propre.

« En devenant monnaie, dit Condillac (4), les métaux n'ont pas cessé d'être marchandise ; ils ont une empreinte de plus et une nouvelle dénomination ; mais ils sont toujours ce qu'ils étaient, et ils n'auraient pas une valeur comme monnaie s'ils ne continuaient d'en avoir une comme marchandise. »

« Toute marchandise, dit Turgot (5), a les deux propriétés

les fonctions de mesure de la valeur. C'est ainsi que, pour donner l'idée de la valeur d'une chose, on a coutume de la comparer à une quantité déterminée d'or ou d'argent. On la prend donc réellement pour une sorte d'étalon auquel toutes les autres richesses se rapportent. » *(Le crédit et les banques.)*

(1) Le frai des monnaies a lieu par voie mécanique ou par frottement, et non, comme quelques-uns l'ont pensé, par l'action de l'acide acétique, dû à la transpiration de la main, sur le cuivre des monnaies. (Feer-Herzog, *La France et ses alliés monétaires,* Paris 1870, p. 92.)

Outre la raison de conservation et de dureté, la nécessité de l'alliage résulte aussi de l'extrême difficulté de la préparation de l'or pur. (Feer-Herzog, *op. cit.,* page 93.)

(2) Les alliages monétaires sont le plus souvent au titre de 0,9 ou de $\frac{11}{12}$. L'alliage d'or au titre de 0,9 est des plus stables et des plus homogènes, comme s'écartant peu de la combinaison chimique Au^3Cu, à laquelle, — les poids atomiques de l'or et du cuivre étant respectivement 196,5 et 63,5, — correspond le titre 196,5 : $(196,5 \times 3 + 63,5) = 0,903$). (Levol, *Sur les alliages d'or et de cuivre,* dans les Annales de chimie, tome XXXIX, page 170.) Il n'est nullement certain, comme on l'a quelquefois affirmé, que l'alliage au douzième soit préférable à l'alliage au dixième. (Feer-Herzog, *op. cit.,* page 95.)

(3) *Annales parlementaires de Belgique,* séance du 11 août 1885, discours de M. E. Pirmez.

(4) *Le commerce et le gouvernement considérés relativement l'un à l'autre,* livre I, chap. xiv.

(5) *Sur la formation et la distribution des richesses,* §§ 41 et 42.

essentielles de la monnaie de mesurer et de représenter toute valeur, et, dans ce sens, toute marchandise est monnaie. Réciproquement, toute monnaie est essentiellement marchandise (1). „

Aussi *la frappe des monnaies principales est libre* dans la plupart des pays, c'est-à-dire que toute personne a le droit de porter aux hôtels des monnaies des lingots pour en obtenir des monnaies principales, soit gratuitement, comme en Angleterre, soit moyennant une taxe fixe très légère, qui est touchée par l'entrepreneur du monnayage pour prix de son travail. Cette liberté de la frappe est le premier caractère des monnaies principales.

Le second caractère des monnaies principales, c'est *leur force libératoire illimitée.* On peut effectuer tout payement, à quelque somme qu'il s'élève, avec les monnaies principales.

Enfin, le troisième caractère des monnaies principales, c'est qu'elles n'entraînent pour l'État dont elles portent l'empreinte d'autre responsabilité que *la garantie de leur poids et de leur titre*, et nullement du maintien de la valeur du métal dont elles sont formées. Il serait absurde, en effet, qu'ouvrant son hôtel des monnaies à toute personne qui veut y faire monnayer des lingots, l'État prît l'obligation de garantir que ce métal, sujet, comme toute marchandise, aux fluctuations de l'offre et de la demande, ne subira pas de dépréciation, et qu'il s'engageât, s'il en survient, à échanger les monnaies fabriquées contre d'autres valant plus, ou à compenser de quelque autre manière la perte subie par les détenteurs de ces pièces.

(1) D'après l'avocat Dana Horton, délégué des États-Unis à la Conférence monétaire internationale de 1878, *la loi humaine est le facteur prépondérant dans le mouvement et dans la valeur des métaux précieux. (La monnaie et la loi,* Washington 1879, page 741, ou Paris 1881, page 8.) D'après le comte Rusconi, délégué de l'Italie à la même conférence, *la loi seule fait la monnaie.* " Le métal est une chose, dit-il, mais la monnaie en est une autre. *La nature fait le métal, la loi seule fait la monnaie.* Si le métal non monnayé est soumis comme marchandise à tous les accidents de l'offre et de la demande, le métal monnayé, — le cours légal étant donné, — a un prix qui ne varie pas. Dans la monnaie, la loi s'est en quelque sorte incarnée ; elle lui donne une force libératrice, une vertu, un prix que le métal marchandise ne saurait avoir. Donc, si le métal change de valeur, la pièce de monnaie n'en change pas ; elle a réellement et effectivement la valeur que révèle son empreinte. „ *Il est clair*, répond Feer-Herzog, délégué de la Suisse, *que cette manière de voir s'appliquerait aux anciennes pratiques des princes faux-monnayeurs et au papier-monnaie, et qu'elle suppose que le crédit de l'État domine tout événement, la confiance publique et les fluctuations du marché. (Rapport au Conseil fédéral suisse,* Berne 1878, page 54.)

Bien plus, l'État n'est pas responsable de l'usure des monnaies, en sorte que, lorsqu'une pièce a perdu de son poids une certaine partie déterminée par la loi, elle peut être refusée, et la pièce reste au porteur, sans qu'il puisse forcer à la recevoir en payement (1).

Tout autres sont les caractères des *monnaies auxiliaires*. Ces monnaies, qui sont en métal vil, ou en métal précieux d'un titre ou d'un poids relativement faibles (2), *ont une valeur intrinsèque inférieure à leur valeur nominale*. Elles ne peuvent donc être livrées à la fabrication libre ; c'est l'État qui s'en réserve le monopole. Il n'en frappe toutefois qu'une quantité très limitée, de manière qu'elles ne puissent remplacer les monnaies à valeur pleine dans la circulation. De plus, la loi ne leur accorde qu'une force libératoire très restreinte. Elles ne peuvent servir, entre les citoyens de l'État qui les a émises, qu'à payer de faibles sommes, et c'est pour cette raison qu'on les appelle *monnaies d'appoint*. Enfin, l'État, qui, à son grand bénéfice (3), émet ces monnaies pour une valeur nominale supérieure à leur valeur intrinsèque, en est entièrement responsable. Il est obligé de garantir leur valeur nominale, et, par suite, de les accepter en payement sans limitation de quantité, de les échanger même contre une égale valeur de monnaie principale, et, enfin, quand elles sont usées, de les retirer de la circulation, sans aucune perte pour les détenteurs.

D'après ce qui précède, *les monnaies principales seules sont des monnaies proprement dites*, c'est-à-dire pouvant servir de mesure commune de la valeur des choses, puisqu'elles seules ont la valeur du métal qu'elles contiennent et ont une force libératoire illimitée.

On appelle *étalon monétaire* le métal, or ou argent, avec lequel sont fabriquées les monnaies *principales*.

L'Angleterre, le Portugal, le Brésil, l'Allemagne, les États scandinaves, les Pays-Bas, le Japon, etc., ont l'étalon unique d'or.

(1) A la Banque d'Angleterre, si quelqu'un présente un souverain d'or qui n'ait plus le poids requis, on coupe la pièce et on en rend les morceaux.

(2) Cette réduction du titre ou du poids dans les monnaies auxiliaires a reçu le nom de *faiblage*.

(3) Si, par exemple, comme dans les pays de l'Union monétaire latine, les monnaies principales d'argent sont au titre de 0,900, et les monnaies divisionnaires au titre de 0,835. le bénéfice pour cent de l'État se monte à

$$100\left(1 - \frac{0,835}{0,900}\right) = 7\ \frac{2}{9}.$$

La Russie et l'Empire indien ont l'étalon unique d'argent.

La France, la Belgique, l'Italie, la Suisse, la Grèce, l'Espagne, l'Autriche, la Roumanie, la Serbie, les États-Unis d'Amérique, la Colombie, le Vénézuéla, le Pérou, etc., ont le régime du double étalon.

On appelle *monométallisme* le système de l'étalon unique, or ou argent, et *bimétallisme* le système du double étalon, or et argent (1).

Le système du double étalon n'est pas rationnel (2) ; car, quand on veut constituer une mesure commune de la valeur des choses, c'est évidemment à une seule et même chose qu'il faut ramener toutes les autres. Deux métaux ne peuvent coexister comme mesures de la valeur des choses que grâce à un rapport légal établi entre eux. Or le rapport fixé par la loi est, dans la réalité, sujet à varier sans cesse, à cause de la différence de production et de consommation des deux métaux dans les différentes parties du monde (3). Dès lors, quand l'un des deux métaux fait prime, on importe, dans les pays à double étalon, pour les faire monnayer, des lingots du métal dont la valeur légale est, dans ces pays, supérieure à sa valeur marchande, et l'on en exporte les monnaies du métal dont la valeur marchande est supérieure à la valeur légale. A chaque changement de la valeur relative des deux métaux, les pays à double étalon

(1) Ces deux mots sont dus à M. Cernuschi, qui les a employés pour la première fois dans *le Temps*, n° du 25 novembre 1875.

(2) Voir le *Rapport de la commission monétaire française de 1869*, page 30 et *passim ;* Feer-Herzog, *La France et ses alliés monétaires*, Paris, 1870, page 55 ; Menier, *L'unité de l'étalon monétaire*, Paris 1873 ; Bamberger, *L'or de l'empire*, Bruxelles 1877, chap. x, xi, xii, xiii ; Mannequin, *Question monétaire*, Paris 1881 ; V. Jacobs, *Le double étalon monétaire*, dans les Annales de la Société scientifique de Bruxelles, première année, page 78 ; etc.

(3) " Les pièces monétaires d'or et d'argent sont soumises aux mêmes variations de valeur que les métaux précieux dont elles sont formées : leur valeur change dans le cours des âges en raison de la richesse ou de l'appauvrissement des gîtes exploités, en raison de l'extension plus ou moins grande donnée au travail des extractions, en raison des perfectionnements introduits dans le traitement des minerais. Leur valeur change encore en raison du nombre et de l'importance des besoins, en raison du concours plus ou moins étendu, plus ou moins efficace que leur prêtent les agents fiduciaires, les institutions et les procédés de crédit. Enfin, leur valeur change encore en raison des circonstances générales au milieu desquelles ces pièces sont placées, et, de plus, en raison d'une foule de circonstances particulières, qui leur impriment des oscillations de hausse et de baisse pareilles à celles que subissent les autres objets doués de valeur. „ Dabos, *Théorie et plan d'un étalon invariable de la valeur*, Paris 1878, page 18.

subissent donc, sur leur capital monétaire, des pertes successives de grande importance. De plus, comme c'est le métal déprécié qui reste dans la circulation, il en résulte que le double étalon n'est, en réalité, que l'étalon alternatif, et que c'est le métal déprécié qui devient la mesure commune de la valeur, en sorte que le prix de toutes choses tend à s'élever. C'est ainsi que le rapport de l'or à l'argent, qui, vers le commencement de ce siècle, montait à environ $15\frac{1}{2}$, s'est élevé, vers 1840, à $15\frac{3}{4}$, puis est descendu, de 1850 à 1860, jusqu'à $15\frac{1}{4}$, à la suite des découvertes des mines d'or de la Californie et de l'Australie. Depuis 1860, ce rapport a repris sa marche ascendante, et l'argent semble en voie de dépréciation continue. Aussi les pays à double étalon ont dû limiter, puis suspendre la frappe de l'argent, se mettant ainsi sur la voie de l'adoption du pur étalon d'or (1).

Quant au choix à faire entre l'or et l'argent pour étalon monétaire, il n'est pas douteux qu'on doive préférer l'or.

Les nations avancées, dont le mouvement commercial est le plus développé, possèdent l'étalon d'or, comme l'Angleterre et l'Allemagne; ou, par la suppression du libre monnayage de l'argent, tendent à s'en rapprocher, comme les pays de l'Union latine et les États-Unis. Si d'autres pays, comme l'Autriche, la Russie et la plupart des États de l'Amérique du Sud ne passent pas à l'étalon d'or, c'est à raison de leur mauvaise situation financière, ces pays ayant le cours forcé du papier-monnaie (2).

Cette marche du monde vers l'adoption de l'or est la conséquence de la baisse progressive de l'argent, qui perd de plus en plus sa qualité de métal précieux (3). En effet, depuis la décou-

(1) Aujourd'hui, le double étalon n'a guère de partisans que les banquiers, naturellement intéressés à un état de choses qui multiplie les changes et ouvre un vaste champ à la spéculation, et les marchands de métaux précieux, pour lesquels le rapport légal entre les deux métaux est *une assurance gratuite contre la baisse au delà d'une certaine limite.* (Feer-Herzog, *La France et ses alliés monétaires*, p. 61.

(2) Lors de la conclusion de la Convention monétaire latine, en 1865, la Belgique, la Suisse et l'Italie s'étaient déjà prononcées pour l'étalon d'or unique. La Conférence monétaire internationale, tenue à Paris en 1867, et la Commission monétaire française de 1869 se sont aussi prononcées pour l'étalon d'or.

(3) Cette baisse de l'argent a eu pour conséquence la suspension de la frappe de ce métal dans les pays de l'Union latine, aux États-Unis et en Russie, et sa démonétisation en Hollande et en Allemagne, lors de l'adoption

verte de l'Amérique, le rapport de l'or à l'argent n'a cessé de suivre une courbe ascendante, et, s'il y a eu quelques points de rebroussement, ils ont été bientôt redressés. Ce rapport était 10,5 en 1500, 11,6 en 1600, 14,9 en 1700, 15,4 en 1800; depuis lors, si l'on excepte la période de 1850 à 1860, il a encore augmenté, jusqu'à devenir égal, en ces dernières années, à 17 et à 18, chiffres qui ont même été dépassés par moments (1).

L'étalon d'or s'appuie d'ailleurs sur un réservoir considérable; car les existences actuelles en or monnayé paraissent monter à environ dix-huit milliards (2), dont la plus grande partie est aux mains des principales nations commerçantes, la France, l'Angleterre, l'Allemagne et les États-Unis.

Il faut du reste remarquer qu'*on peut effectuer beaucoup d'échanges avec peu de monnaie* (3). C'est le *crédit*, en effet, qui engage presque toutes les affaires commerciales. Dans la plupart des opérations de commerce extérieur, on s'oblige à payer par des traites et non par du numéraire. Sur toutes les places où une nation opère des achats, elle fait aussi des ventes; toutes ces opérations se balancent en fin de compte par un échange de traites, et il n'y a que le *solde* qui soit payé en métal : il suit de là que des affaires commerciales d'un chiffre énorme sont le plus souvent liquidées par une proportion de numéraire qui ne dépasse pas cinq ou six pour cent du chiffre total des transactions (4). Il n'y a donc pas à se préoccuper, pour le commerce international, de l'insuffisance de l'or.

L'étalon d'argent n'est pas non plus nécessaire pour le commerce avec l'extrême Orient, Indes et Chine (5). Il est bien vrai, en effet, que l'Orient est le grand consommateur de l'argent, — qu'il enfouit ou manufacture, — et qu'il est presque toujours le créancier de l'Europe, à laquelle il vend beaucoup et achète très peu.

de l'étalon d'or dans ces pays; mais il est évident que cette suspension de la frappe de l'argent et cette démonétisation ont contribué à leur tour à augmenter l'avilissement de ce métal.

(1) Feer-Herzog, *La France et ses alliés monétaires*, page 53. Lorsque, par exemple, le rapport monte de 15 $\frac{1}{2}$ à 16; 17; 18; 19; 20, la dépréciation de l'argent est respectivement de 3,23; 9,68; 16,23; 22,58; 29,03 pour cent.

(2) D'après M. Broch, délégué de la Norwège à la Conférence monétaire internationale de 1881.

(3) *Rapport de la Commission monétaire française de 1869*, page 23.

(4) L'Angleterre fait chaque année pour six milliards d'affaires au dehors avec trois milliards au plus de numéraire.

(5) *Rapport de la Commission monétaire française de 1869*, pages 21 et 31; Feer-Herzog et Hardy, *Rapport au Conseil fédéral suisse*, Berne 1878, page 40.

Mais il faut observer qu'il reçoit l'argent comme marchandise plutôt que comme monnaie, en sorte qu'il importe peu qu'on le lui livre sous forme de lingots ou de monnaies. Bien plus, pour que l'action du commerce oriental laisse intacte la circulation monétaire du monde civilisé, il importe que l'argent n'existe que comme marchandise ou comme monnaie divisionnaire frappée à valeur conventionnelle.

Enfin, l'or se recommande par ses qualités physiques et chimiques (1). A poids égal, il vaut dix-sept à dix-huit fois autant que l'argent; à volume égal, il vaut trente fois autant (2). L'or est donc une monnaie plus commode que l'argent, plus facile à compter et à transporter.

De plus, le faux monnayage de l'or est très difficile, son poids spécifique, qui est 19, étant notablement plus élevé que celui des autres métaux, le platine excepté.

La monnaie d'or est aussi moins altérable que celle d'argent. Elle s'use environ quatre fois moins vite, et elle résiste à la plus grande partie des réactifs qui sont à la portée de tout le monde. Or, le minimum du frai est la condition la plus essentielle pour le maintien de l'intégrité d'un système monétaire (3).

Enfin, l'or coûte trois fois moins en frais de fabrication.

Il serait trop long d'exposer ici les systèmes monétaires en vigueur dans les divers pays. Nous ne ferons connaître, d'une manière détaillée, que le système monétaire, aujourd'hui si chancelant, de l'Union latine, et nous nous bornerons, pour les autres pays, à une simple nomenclature de leurs unités monétaires.

UNION LATINE.

La France, la Belgique, l'Italie, la Suisse et la Grèce ont conclu, le 23 décembre 1865, une convention monétaire, dite de l'*Union latine*, renouvelée le 5 novembre 1878, puis le 6 novembre 1885, sur les bases suivantes :

(1) *Rapport de la Commission monétaire française de 1869*, page 33 ; Feer-Herzog, *La France et ses alliés monétaires*, Paris 1870, page 50.

(2) En supposant que l'alliage monétaire soit au titre de 0,9, qu'il se fasse sans contraction de volume, et que les densités de l'or, de l'argent et du cuivre soient respectivement 19,26; 10,512; 8,85 et en appelant r le rapport, à poids égal, de l'or à l'argent, le rapport, à volume égal, sera

$$\left(\frac{0,9}{10,512} + \frac{0,1}{8,85}\right) : \frac{1}{r}\left(\frac{0,9}{19,26} + \frac{0,1}{8,85}\right) = 1,67r.$$

(3) Le frai moyen annuel de la pièce d'or de vingt francs peut être estimé à environ 0,0002. (Feer-Herzog, *La France et ses alliés monétaires*, pages 46 et

1° *L'unité principale de monnaie est le* franc, *monnaie d'argent du poids de cinq grammes, au titre de neuf dixièmes* (1);

2° *L'or monnayé vaut, à poids égal et à titre égal, quinze fois et demie* (2) *autant que l'argent* (3);

3° *Les monnaies principales sont les pièces d'argent de* 5 fr., *au titre de* 0,9, *et les pièces d'or de* 5 fr., *de* 10 fr., *de* 20 fr., *de* 50 fr. *et de* 100 fr., *aussi au titre de* 0,9.

La frappe de ces monnaies est libre, sauf retenue de $1^f,50$ pour frais de fabrication par kilogramme d'argent au titre de 0,9 et de $6^f,70$ par kilogramme d'or au même titre (4). Toute-

99.) La perte annuelle sur les cinq milliards d'existences actuelles en pièces d'or de vingt francs est donc d'environ un million. L'usure du souverain d'or d'Angleterre est plus considérable encore. On obvie, jusqu'à un certain point, au frai des monnaies, par la création de billets de banque, *payables à vue.*

(1) Cette définition est celle des lois du 18 germinal an III (7 avril 1795), du 28 thermidor an III (15 août 1795) et du 7 germinal an XI (28 mars 1803), qui portent que *cinq grammes d'argent, au titre de neuf dixièmes de fin, constituent l'unité monétaire sous le nom de franc.*

(2) Ce rapport résulte de la loi du 7 germinal an XI (28 mars 1803), qui porte que *la pièce d'or de vingt francs est au titre de neuf dixièmes de fin et un dixième d'alliage, et à la taille de cent cinquante-cinq au kilogramme.*

En 1726, le rapport légal avait été fixé, en France, à raison de quatorze marcs cinq onces d'argent pour un marc d'or. Mais, en 1785, comme l'or devenait plus rare, *parce que sa valeur légale était restée toujours la même, tandis que sa valeur métallique augmentait d'année en année,* de Calonne, ministre des finances de Louis XVI, proposa et exécuta le projet de la refonte des monnaies d'or à $15\frac{1}{2}$ au lieu de $14\frac{5}{8}$. (De Calonne, *Développement sur l'opération de la refonte des monnaies d'or*, page 16.)

(3) Le franc d'argent, au titre de 0,9, pesant 5 gr., le franc d'or, au même titre, pèse 5^g : $15\frac{1}{2} = \frac{10}{31}$ ou $0^g,322581$.

Le gramme d'argent monnayé, au titre de 0,9, valant 1 fr. : 5 = $0^f,20$, le gramme d'or, au même titre, vaut $0^f,20 \times 15\frac{1}{2} = 3^f,10$ fr.

L'adoption de l'étalon d'or unique paraissant inévitable dans un avenir prochain, l'unité monétaire sera alors *le franc d'or, du poids de* $\frac{10}{31}$ gr., *au titre de* 0,9. Il est évident qu'une pareille unité ne se rattache plus au système décimal des poids et mesures. Si, lors de l'adoption de l'unique étalon d'or, on veut créer une monnaie vraiment métrique, il conviendra de prendre pour unité *le gramme d'or, au titre de* 0,9, monnaie qui serait frappée dans ses multiples de 2 gr., 5 gr., 10 gr., 20 gr., correspondant respectivement à $6^f,20$ $15^f,50$, 31 fr., 32 fr. de la monnaie actuelle. (Léon, *Notes présentées à l'Académie des sciences sur le système métrique considéré dans son application aux monnaies*, Paris 1876.)

(4) Si l'on tient compte des frais de fabrication, on trouve que le rapport de l'or à l'argent est, en réalité,

$$\frac{3100-6,70}{200-1,50} = 15\frac{7}{12}$$

fois, par suite de la dépréciation de l'argent, l'Union latine a dû *limiter,* en 1873, et même *suspendre* entièrement, en 1876, la frappe des pièces d'argent de 5 fr. (1).

Les pièces d'argent de 5 fr. et toutes les pièces d'or ont une *force libératoire illimitée.* Toutefois, les pièces dont les empreintes auraient disparu, ou dont le poids aurait été réduit par le frai d'un pour cent, pour les pièces d'argent de 5 fr., ou d'un demi pour cent, pour les pièces d'or, au-dessous de la *tolérance,* peuvent être refusées, et restent, dans l'un et l'autre de ces cas, à la charge des porteurs (2);

4° *Les monnaies divisionnaires sont les pièces d'argent de* $0^f,20$, *de* $0^f,50$, *de* 1 fr. *et de* 2 fr., *au titre de* 0,835 (3).

La fabrication de ces pièces est réservée aux divers États, qui toutefois ne peuvent en frapper que pour une valeur correspondant à 6 fr. par habitant, et qui doivent les retirer, sans perte pour les détenteurs, lorsque leurs empreintes ont disparu, ou que leur poids a été réduit par le frai de cinq pour cent au-dessous de la *tolérance.*

Elles ont cours légal, entre les citoyens de l'État qui les a

au lieu de $15\frac{1}{2}$.

Le rapport des frais de monnayage de l'argent aux frais de monnayage de l'or est

$$\frac{1,50}{200} : \frac{6,70}{3100} = 3,47.$$

(1) On passerait au pur étalon d'or en décrétant que la pièce d'argent de cinq francs, dont la frappe a déjà cessé d'être libre, n'aura plus qu'une force libératoire limitée, soit, par exemple, de cent francs pour chaque payement, et en en démonétisant une partie, soit, par exemple, la moitié sur les douze à quinze cents millions d'existences actuelles. *(Rapport de la Commission monétaire française de 1869,* page 37; Feer-Herzog, *La France et ses alliés monétaires,* page 74.)

(2) La tolérance de poids pour la pièce d'or de vingt francs étant de deux millièmes et le frai pouvant monter jusqu'à un demi pour cent au-dessous de la tolérance, on voit que la perte totale de poids peut s'élever à

$$0,002 + (1 - 0,002)\, 0,005 = 0,00699.$$

Comme le frai moyen annuel de la pièce d'or de vingt francs est d'environ 0,0002, la durée moyenne de la circulation légale de cette pièce est donc de

$$0,00699 : 0,0002 = 35 \text{ ans.}$$

(3) La pièce d'argent d'un franc n'est donc pas le franc unité de monnaie. Le franc, unité de monnaie, n'existe que dans la pièce de cinq francs.

En France, les nouvelles monnaies divisionnaires d'argent renferment 835 parties de métal fin, 93 de cuivre et 72 de zinc. Cet alliage présente l'avantage d'être plus blanc que l'alliage au cuivre pur, et de ne pas être noirci par les émanations sulfhydriques.

fabriquées, jusqu'à concurrence de cinquante francs pour chaque payement; les autres États les reçoivent dans leurs caisses jusqu'à concurrence de cent francs; mais l'État qui les a émises les reçoit de ses nationaux sans limitation de quantité; il doit même les échanger contre une égale valeur de monnaie principale, pourvu que la somme présentée à l'échange ne soit pas inférieure à cent francs;

5° *Quant à la monnaie de cuivre ou de billon, chaque État conserve son système particulier.*

En France, il y a des pièces de bronze de 10 centimes, de 5 centimes, de 2 centimes et de 1 centime (1). Ces pièces pèsent autant de grammes qu'elles valent de centimes. Elles renferment 95 parties de cuivre, 4 d'étain et 1 de zinc. D'après le décret du 18 août 1810, elles n'ont cours obligatoire, entre les particuliers, que pour l'appoint de la pièce de cinq francs.

En Belgique, il y a des pièces de nickel de 10 centimes et de 5 centimes, renfermant 3 parties de cuivre et 1 de nickel, et des pièces de cuivre de 2 centimes et de 1 centime, renfermant soit du cuivre pur, soit 1 partie de cuivre et 2 d'alliage (2). D'après la loi du 20 décembre 1860, ces pièces n'ont cours obligatoire, entre les particuliers, que jusqu'à concurrence de cinq francs en nickel ou de deux francs en cuivre pour chaque payement.

Le tableau suivant indique les poids, titres et diamètres des monnaies d'or et d'argent de l'Union latine.

Les tolérances de titre et de poids, indiquées dans ce tableau, sont tant en dehors qu'en dedans.

NATURE DES PIÈCES.		TITRE		POIDS		DIAMÈTRE OU MODULE.
		TITRE DROIT.	TOLÉRANCE.	POIDS DROIT.	TOLÉRANCE.	
	francs	millièmes	millièmes	grammes	millièmes	millimèt.
Or	100	900	1	32,25806	1	35
	50	900	1	16,12903	1	28
	20	900	1	6,45161	2	21
	10	900	1	3,22580	2	19
	5	900	1	1,61290	3	17
Argent.	5	900	2	25	3	37
	2	835	3	10	5	27
	1	835	3	5	5	23
	0,50	835	3	2,5	7	18
	0,20	835	3	1	10	16

(1) Les monnaies de bronze ont une valeur nominale environ quatre fois supérieure à leur valeur intrinsèque.

(2) Les monnaies de cuivre et de nickel ont une valeur nominale de deux à trois fois supérieure à leur valeur intrinsèque.

MONNAIES DE COMPTE DES PRINCIPAUX PAYS.

Le tableau suivant fait connaître les poids, titres et valeurs au pair des monnaies de compte des principaux pays. La plupart de ces monnaies n'existent que dans leurs multiples. Les lettres O et A indiquent si elles sont en or ou en argent. On a calculé leurs valeurs en admettant que cinq grammes d'argent, au titre de neuf dixièmes, valent un franc, et en adoptant $15\frac{1}{2}$ pour le rapport de l'or à l'argent.

Comme on le voit par ce tableau, divers pays, tels que l'Espagne, la Roumanie, la Serbie et la plupart des républiques de l'Amérique du Sud, ont le même système monétaire que l'Union latine.

		TITRE.	POIDS en grammes.	VALEUR en francs.
Allemagne.	Marc de 100 pfennig .	0,900	0.39825	1,2346 O
Angleterre.	Livre sterling de 20 shillings ou 240 pence .	11 : 12	7,98806	25,2215 O
Autriche-Hongrie.	Florin de 100 kreutzers .	0,900	12,34500	2,4691 A
		0,900	0,80645	2,5000 A
Belgique.	Franc de 100 centimes .	0,900	5,00000	1,0000 A
		0,900	0,32258	1,0000 O
Brésil.	Milreis, 1000 reis . .	11 : 12	0,89648	2,8306 O
Chili.	Piastre ou peso de 100 centavos . . .	0,900	25,00000	5,0000 A
Colombie.	Piastre ou peso de 10 décimos	0,900	25,00000	5,0000 A
		0,900	1,61290	5,0000 O
Danemark.	Couronne ou krone de 100 ore. . . .	0,900	0,44803	1,3889 O
Espagne.	Peseta de 4 réaux . .	0,900	5,00000	1,0000 A
		0,900	0,32258	1,0000 O
États-Unis.	Dollar de 100 cents . .	0,900	1,67181	5,1826 O
		0,900	26,72957	5,3459 A
Finlande.	Markka de 100 penni . .	0,900	0,32258	1,0000 O
France.	Franc de 100 centimes .	0,900	5,00000	1,0000 A
		0,900	0,32258	1,0000 O
Grèce.	Drachme de 100 lepta .	0,900	5,00000	1,0000 A
		0,900	0,32258	1,0000 O
Hollande.	Florin de 100 cents . .	0,900	0,67200	2,0832 O
Indes anglaises.	Roupie de 16 annas ou 192 pices . . .	11 : 12	11.66381	2,3760 A
Italie.	Lira de 100 centesimi .	0,900	5,00000	1,0000 A
		0,900	0,32258	1,0000 O
Japon.	Yen de 100 sen . .	0,900	1,66667	5,1667 O
Mexique.	Piastre ou peso de 100 centavos . . .	0,9027	27,073 (1)	5,4308 A
Norwège.	Couronne ou krone de 10 ore	0,900	0,44803	1,3889 O
Pérou.	Sol de 10 dineros ou 100 centavos . . .	0,900	25,00000	5,0000 A
		0,900	1,61290	5,0000 O

		TITRE.	POIDS en grammes.	VALEUR en francs.
Portugal.	Milreis, 1000 reis . .	11 : 12	1,77350	5,5997 O
Roumanie.	Ley de 100 banis . .	0,900 0,900	5,00000 0,32258	1,0000 A 1,0000 O
Russie.	Rouble de 100 kopecks .	0,868	20,735 (1)	3,9996 A
Serbie.	Dinar de 100 paras . .	0,900 0,900	5,00000 0,32258	1,0000 A 1,0000 O
Suède.	Couronne ou krona de 100 ore	0,900	0,44803	1,3889 O
Suisse.	Franc de 100 centimes .	0,900	5,00000	1,0000 A
Turquie.	Piastre de 40 paras . .	11 : 12	0,07216	0,2279 O
Uruguay.	Piastre ou peso de 100 centavos . . .	0,900	25,00000	5,0000 A
Vénézuéla.	Venezolano de 100 centavos	0,900 0,900	25,00000 1,61290	5,0000 A 5,0000 O

L'étalon d'or a été adopté en Allemagne par la loi du 24 novembre 1871. L'unité monétaire est le marc d'or, à la taille de 2790 au kilogramme d'or fin. 80 marcs valent 81 francs. La monnaie d'argent n'a cours libératoire que jusqu'à concurrence de 20 marcs.

En Angleterre, le système monétaire actuel remonte à 1816. La livre sterling ou souverain d'or est à la taille de $46\frac{29}{40}$ à la ivre troy (2) au titre de $\frac{11}{12}$. La monnaie d'argent n'a cours libératoire que jusqu'à concurrence de 2 livres sterling.

Le milreis d'or du Brésil est à la taille de 256 à l'ancien marc de Portugal (3) au titre de $\frac{11}{12}$.

Les trois États scandinaves, Suède, Norwège et Danemark, ont adopté, le 18 décembre 1872, un système monétaire commun. L'unité de monnaie est la couronne d'or, à la taille de 2480 au kilogramme d'or fin. Le pouvoir libératoire des monnaies d'argent est limité à 20 couronnes pour les pièces de deux couronnes et d'une couronne, et à 5 couronnes pour les pièces d'une valeur inférieure à une couronne.

Les États-Unis avaient adopté comme unités monétaires, en 1792, un dollar d'argent et un dollar d'or liés l'un à l'autre par le rapport de 1 à 15. Cette première loi eut pour conséquence, la disparition de l'or. En 1834 et en 1837, deux nouvelles lois établirent le rapport de 1 à 16, et eurent pour conséquence la disparition de l'argent. La loi du 25 février 1862 décréta le cours

(1) D'après l'*Annuaire du Bureau des longitudes* de Paris.
(2) La livre troy, de 5760 grains, vaut 373,24195 grammes.
(3) Le marc de Portugal, de 4608 grains, vaut 229,5 grammes.

forcé du papier-monnaie. Le 12 février 1873, une nouvelle loi abolit le double étalon, et adopta le dollar d'or comme unité légale. Enfin, la loi du 28 février 1878 a de nouveau rétabli le double étalon. Le nouveau dollar d'or, au titre de 0,9, pèse 25,8 grains troy, en sorte que le rapport de l'or à l'argent est maintenant $15\frac{85}{86}$ (1).

Par la loi du 26 novembre 1847, la Hollande avait adopté l'étalon simple d'argent, et l'unité monétaire était le florin d'argent, du poids de 10 grammes, au titre de 0,945 (2). En 1874, elle suspendit la frappe de l'argent. Enfin, par la loi du 6 juin 1875, elle adopta l'étalon unique d'or.

Dans l'empire des Indes, l'unité légale est la roupie d'argent, du poids de 180 grains troy, au titre de $\frac{11}{12}$. Le mohur, monnaie d'or du poids de 180 grains troy, au titre de $\frac{11}{12}$, est nominalement taxée à 15 roupies, mais n'a pas de pouvoir libératoire.

Au Japon, l'unité monétaire, depuis 1871, est le *yen*, monnaie d'or du poids de $1\frac{2}{3}$ gramme, dont $1\frac{1}{2}$ d'or fin. 6 yen valent 31 francs. La monnaie d'argent n'a cours libératoire que jusqu'à concurrence de 10 yen.

Plusieurs États n'ont pas ou n'ont guère de monnaies indigènes, par exemple, le Portugal, la Turquie, l'Égypte, la Chine, etc. La circulation se compose, dans ces pays, de monnaies étrangères, lesquelles sont principalement les souverains anglais, les pièces d'or de vingt francs, les pièces d'argent de cinq francs, les piastres mexicaines, etc.

Enfin, beaucoup d'États, tels que l'Autriche, l'Italie, la Grèce, la Russie, la Turquie, le Brésil et la plupart des États de l'Amérique du Sud, ont le cours forcé du papier-monnaie.

(1) Feer-Herzog et Lardy, *Rapport au Conseil fédéral suisse* sur la Conférence monétaire américaine de 1878, Berne 1878, pages 6 et suiv.

(2) Le florin d'argent de Hollande vaut $2^{f},10$.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE.

Éclats naturels de silex (1). — A propos d'une discussion sur l'homme tertiaire, M. de Munck a fait connaître à la Société d'anthropologie de Bruxelles ses observations sur l'éclatement naturel du silex, qui confirment celles que j'ai faites moi-même aux environs de Mâcon. M. de Munck a constaté que les éclats naturels de silex se présentent sous trois aspects différents : ce sont tantôt des éclats conchoïdes, sans cônes de percussion, et résultant des variations de température ; tantôt des éclats en lames à surfaces planes et les nucléus qui les ont engendrés ; enfin des silex retouchés et taillés accidentellement. " Nous avons en effet observé, dit M. de Munck, que certains silex ont une tendance à s'écailler en lames à surfaces planes et non concoïdes. Cet écaillement naturel produit souvent alors des espèces de nucléus, rappelant assez ceux que l'on recueille aux ateliers et aux stations préhistoriques. Ces nucléus naturels offrent fréquemment sur tout leur pourtour un nombre plus ou moins grand de facettes étroites, allongées, qui sont les faces

(1) *Bullet. Soc. d'Anthrop. de Bruxelles*, et *Matériaux pour l'hist. primit. et nat. de l'Homme*, avril 1887, p. 159.

d'où les lames ont été détachées. Mais ces blocs matrices, pas plus que les lames qu'ils ont produites, ne présentent le concoïde de percussion qui caractérise si bien les silex éclatés par un choc. „

Dans les dépôts quaternaires caillouteux de la vallée de la Haine, M. de Munck a recueilli des éclats de silex retouchés sur les bords. ou bien présentant le conchoïde et l'esquillement de percussion, accompagnés du plan de frappe, c'est-à-dire tous les caractères auxquels, d'après quelques auteurs, on reconnaîtrait la taille intentionnelle. Il s'agit cependant de silex absolument naturels, dans les cas observés par M. de Munck. " Les uns sont esquillés sur tout leur pourtour ; il en est d'autres dont les retouches contiguës et disposées régulièrement d'un même côté pourraient être attribuées à l'action d'un être intelligent ; enfin certains éclats offrent le plan de frappe, le concoïde et l'esquillement de percussion parfaitement déterminés. „

Ces effets s'expliquent par les chocs violents qui se sont produits au moment de la formation de dépôts soumis à des actions mécaniques puissantes.

M. de Munck cite aussi les éclats inconsciemment determinés par l'homme dans les carrières de Mons, ou par les roues des voitures et les pas des chevaux dans les chemins empierrés de silex.

A l'appui de la communication de M. de Munck, un de ses collègues, M. Delvaux, a raconté un fait dont il avait été témoin, un jour de gelée, dans une tranchée ouverte dans un banc de silex, sur le mont de l'Hotond, aux environs de Renaix.

" Je fus surpris d'entendre un bruissement faible d'abord, puis un crépitement qui allait s'accentuant peu à peu et de voir des éclats de silex s'élancer dans toutes les directions autour de moi. J'étais seul. Très intrigué, je refermai mon carnet. Je ne tardai pas à m'apercevoir que les rayons du soleil, dépassant la crête opposée, frappaient directement la surface du talus où affleuraieut les silex et que ceux-ci, au fur et à mesure qu'ils sortaient de l'ombre et qu'ils étaient échauffés, se prenaient à éclater en projetant parfois des fragments à plus de deux mètres. Je pus constater à l'aise le phénomène pendant plus de 20 minutes. „

M. Van Bastelaer a complété ces observations par un fait non moins intéressant. " Vers la Bruyère, aux haies de Marcinelle, j'ai retiré du sol un bloc de silex éclaté, en quelque sorte écaillé,

à la manière d'un oignon de lis. J'ai pu remettre en place tous les éclats et reconstituer le bloc. Or, parmi ces éclats, plusieurs ressemblaient d'une façon remarquable à ce que l'on est convenu d'appeler des instruments en pierre. Vous pouvez en juger par la pointe de lance ou de javelot que voici. „

Lorsque des silex taillés, ou présumés taillés, se présentent dans des terrains quaternaires, on peut toujours admettre que l'homme y est pour quelque chose. Mais les silex de l'argile éocène du Mâconnais m'ont fourni toutes les particularités qu'on est convenu de considérer comme caractéristiques d'une taille intentionnelle, et la nature seule peut être invoquée dans ce dernier cas. En sorte qu'on ne saurait être trop circonspect lorsqu'il s'agit de décider si un silex est taillé ou non. “ Toutefois, lorsque de telles pièces proviennent de stations préhistoriques qui en ont fourni d'autres dont la taille intentionnelle ne peut être mise en doute, le fait d'une telle association, dit avec raison M. de Munck, pourrait nous engager à les admettre avec moins d'hésitation dans la catégorie des silex ouvrés par un être intelligent. „ Ce n'est pas le cas des silex tertiaires.

L'Homme à l'époque glaciaire (1). — L'opinion que l'homme a vécu à l'époque glaciaire tend à s'accréditer de plus en plus. Mais cette opinion est généralement assise sur des faits vagues n'ayant pas le caractère d'une démonstration rigoureuse. Il est très intéressant de recueillir l'avis d'un spécialiste, d'un glaciériste autorisé, ayant longuement étudié la question dans les différentes régions glaciaires de l'Europe. M. Albert Penck reconnaît que la preuve de l'existence de l'homme à l'époque glaciaire est difficile à établir. Si l'on s'en tenait aux indications stratigraphiques, l'homme devrait certainement être considéré comme postglaciaire, ses débris n'ayant jamais été rencontrés ni dessous, ni dans les dépôts morainiques, mais toujours au-dessus.

Il y a d'autres considérations à indiquer :

D'abord la faune associée aux plus anciennes traces de l'homme ; puis la répartition géographique de ces stations primitives.

Mais l'étude de la faune soulève plus d'une difficulté. Tandis que, dans quelques stations, la faune et la flore ont un caractère franchement glaciaire, avec le renne, le glouton, le bœuf

(1) *Arch. für Anthropologie*, t. XV, août 1884 ; revu et mis à jour par l'auteur, mars 1887, dans *Matériaux*, juin 1887, p. 245.

musqué; d'autres présentent une faune méridionale, qui comprend l'éléphant antique, le rhinocéros de Merck, l'hippopotame; d'autres enfin renferment un mélange des deux faunes.

La paléontologie ne peut pas donner une explication complète de ces faits, que les études des glaciéristes, d'après M. Penck, permettraient d'interpréter d'une façon plus satisfaisante.

D'après M. Penck, on ne peut plus admettre le caractère cataclysmique de la période glaciaire. Ce serait une très longue période géologique, avec des alternatives de chaud et de froid, d'extension et de retrait des glaciers. Il y aurait eu plusieurs phases interglaciaires, ainsi que cela résulte de la distribution des moraines d'âge différent, sur la route parcourue par les glaciers.

Suivant la place occupée par les plus anciennes stations humaines, par rapport aux dépôts glaciaires plus ou moins récents, on peut estimer à quel moment de l'époque glaciaire l'homme fit son apparition.

Or, en Allemagne, les stations paléolithiques de Thiede, de Weimar, de Géra, de Schussenried, de Thayngen sont postérieures aux moraines les plus anciennes, sur lesquelles elles reposent; mais elles ne recouvrent pas les moraines récentes. Elles appartiennent donc, d'après M. Penck, soit à la dernière période interglaciaire (stations avec faune méridionale), soit à la dernière période glaciaire (stations avec faune boréale). Les stations humaines paléolithiques faisant défaut dans toutes les régions envahies par la dernière extension glaciaire, l'homme paléolithique devait être contemporain de cette extension. S'il était venu après la fonte des glaciers, on ne s'expliquerait pas pourquoi il n'en a pas occupé l'emplacement, comme le fit plus tard l'homme néolithique.

Il est très difficile d'assimiler chronologiquement les terrasses d'alluvion des vallées aux périodes glaciaires, parce qu'on ne peut pas toujours suivre ces terrasses jusque dans les régions glaciaires et voir comment elles s'intercalent dans le terrain erratique. Néanmoins M. Penck assure qu'à chaque période glaciaire correspond un dépôt alluvial, et constate l'existence de trois de ces dépôts dans les régions alpines.

Reste la question du loess. Son principal développement s'est fait en dehors du territoire glaciaire. Il recouvre les terrasses supérieures et manque dans les bas niveaux. Il daterait de la dernière période interglaciaire. On y trouve les traces de l'homme, ce qui prouverait l'existence de l'homme à cette époque.

Enfin, les phases glaciaires auraient provoqué les grandes migrations humaines. L'arrivée en Europe de la civilisation néolithique correspondrait à la dernière extension des glaciers.

Tel est le système très habilement développé par M. Penck.

Il soulève bien des objections. Est-il certain qu'il y a eu plusieurs périodes glaciaires, à l'époque quaternaire? Est-il certain que les traces de l'homme paléolithique font absolument défaut dans les régions occupées par la dernière extension glaciaire? Est-il vrai que la faune méridionale est exclusivement préglaciaire? Est-il exact que le loess soit partout interglaciaire et qu'il renferme des traces positives de l'homme ?

J'étudierai ces différentes questions dans un travail que je me propose de publier prochainement. Mon impression est que M. Penck a trop généralisé des faits particuliers. L'existence de l'homme à l'époque glaciaire des géologues ne me paraît pas aussi évidente; tout au moins soulève-t-elle beaucoup de restrictions.

Les cavernes d'Engis (1). — Les cavernes d'Engis sont au nombre de trois. Elles ont été fouillées d'abord par Schmerling et par M. Dupont, puis, plus récemment (mai 1886) par M. J. Fraipont, membre de la Société géologique belge. La première grotte a été entièrement fouillée par Schmerling. La troisième n'a presque rien donné à M. Fraipont, qui a recueilli un grand nombre de pièces intéressantes dans le deuxième souterrain, où Schmerling avait trouvé le fameux crâne d'Engis, et M. Dupont un cubitus humain. Les récoltes de M. Fraipont consistent en silex taillés et en ossements. Les silex sont du type dit moustérien. Les ossements représentent la faune quaternaire, caractérisée par le mammouth, le rhinocéros, le renne, etc. La présence au même niveau du chat, du coq, du paon, et de fragments de poterie constitue des faits trop exceptionnels pour ne pas attirer l'attention. N'indiquent-ils pas des remaniements d'âge récent?

L'âge de la pierre en Tunisie (2). — M. le Dr Collignon a publié le résultat de ses explorations en Tunisie. Les environs de Gafsa lui ont fourni d'intéressantes observations. Il y a relevé la

(1) *Matériaux*, avril 1887, p. 163.
(2) *Ibid.*, mai 1887.

série géologique que voici : A la base, un poudingue quartzeux quaternaire à grain très fin, très dur, renfermant des instruments en silex du type chelléen. Par-dessus, un poudingue grossier avec des silex du type moustérien, d'aspect lourd et fruste ; puis enfin, sur les poudingues, un travertin jaune pâle, très dur, sans silex. Cet ensemble de couches atteint une épaisseur d'environ 26 mètres.

Postérieurement à la formation du travertin, il se produisit un exhaussement du sol, qui détermina des érosions de 40^m ou 50^m aux dépens des couches précitées. Puis il y eut un temps d'arrêt et un affaissement du sol, pendant lequel un lehm d'alluvion se déposa à la base des collines de poudingues. A ce moment, les indigènes ont de nouveau taillé des silex, qu'on retrouve en place dans une petite couche de 10 centimètres intercalée à la partie supérieure du lehm. Ces silex taillés offrent tous les types possibles, d'après M. Collignon. On y reconnaît les formes moustériennes, solutréennes, magdaléniennes, néolithiques, absolument mêlées et confondues. Il n'y manque que des hachettes polies.

Voici les conclusions de l'auteur :

« Le point capital de mes découvertes en Tunisie est la constatation de gisements chelléens avec superposition incontestable d'une industrie analogue au moustérien le plus grossier d'Europe. Le mélange des deux formes et la transition graduelle de l'une à l'autre, dans les poudingues de Gafsa, mettent hors de doute qu'en ce point le perfectionnement s'est produit sur place et n'a pas été importé.

« Il en ressort aussi que les formes dites moustérienne fine, magdalénienne et néolithique, sont superposées à ce moustérien grossier ancien. En outre, et d'une manière constante, ces dernières industries se trouvent toujours intimement mêlées, soit à la surface du sol, ce qui ne prouve rien, soit, et ceci est plus sérieux, là où elles sont *encore en place*, comme au sein des buttes de lehm de Gafsa. Là, pour diagnostiquer l'ancienneté relative de telle ou telle pièce, la forme seule pourrait nous guider; car patine, silex, gisement, tout est identique. Aussi n'oserai-je certainement pas parler d'une manière absolue d'époques analogues au solutréen, au magdalénien, ou au néolithique de France; mais seulement *de silex taillés conformément aux types susdits*. Je dirai plus, il y a entre les échantillons pour ainsi dire typiques de ces formes classiques, toutes les transitions imaginables.... Aussi croyons-nous que, de même que le

chelléen s'y est transformé sur place pour donner naissance aux formes moustériennes, celles-ci, à leur tour, se sont perfectionnées peu à peu et graduellement. En un mot, il n'y a pas eu apport brusque de procédés nouveaux par conquête ou par invasion, mais évolution naturelle de l'industrie locale. » Nous sommes loin, on le voit, des théories accréditées par quelques savants français.

M. Collignon, poussant ses explorations dans toutes les directions, a constaté que l'on peut diviser le pays en deux grandes zones : l'une au sud, entourant le bassin des Chotts, prodigieusement riche en témoins de l'âge de la pierre, et remontant à plus de 100 kilomètres vers le nord; l'autre au nord, où les silex sont au contraire très rares. Il en est de même sur le littoral N.-E. jusqu'à Sfax.

Dans les plaines et au fond des vallées ainsi qu'au sommet des montagnes, on ne trouve que des pièces isolées. Les stations abondent au pied des montagnes et au voisinage des sources.

Enfin, il existe deux groupes de dolmens : l'un dans le massif montagneux de Ellez et de ses environs; l'autre à une centaine de kilomètres à l'est, à l'Enfida.

M. Collignon constate, comme l'ont fait beaucoup d'autres observateurs avant lui, le nombre considérable de silex taillés, lames, pointes et éclats qu'on recueille sur les *tells* qui recouvrent les ruines romaines du sud. Il en conclut que l'emploi du silex était encore répandu à l'époque de la domination romaine.

L'Ursus spelæus; son extension dans l'espace et le temps. — M. l'ingénieur Bernazky a rencontré cet animal si caractéristique des dépôts quaternaires européens dans une caverne du district de Scharopan, au gouvernement de Koutaïs (Transcaucasie).

D'après l'examen de la grotte de Gargas, M. Gaudry conclut que l'Ursus spelæus vivait dans le sud de la France après l'époque glaciaire. En effet, la grotte de Gargas est en pleine région glaciaire. Les boues glaciaires y ont pénétré. Des moraines l'ont recouverte. Quand elle était encombrée de glace, les bêtes quaternaires n'ont pu y pénétrer, et c'est après ce retrait des glaciers que l'Ursus spelæus dut y établir son repaire (1).

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 14 mars 1887; t. CIV.

La taille du silex à Spiennes, à l'époque de la pierre polie (1). — L'étude minutieuse des longues lames et des nucléus de Spiennes a suggéré à MM. Cels et De Pauw la pensée que ces objets n'étaient pas fabriqués par percussion directe.

En effet, la percussion directe au moyen d'un marteau de pierre laisse toujours des traces de broiement ou des esquilles au point percuté. Or, ces traces esquilleuses n'existent pas sur les nucléus de Spiennes. Ils présentent, au point de percussion, une échancrure semi-circulaire et concave, laquelle ne peut être due, d'après les auteurs précités, qu'à l'emploi de poinçons en corne de cerf, retrouvés abondamment dans l'atelier de Spiennes. « L'emploi du poinçon, que l'on pouvait ajuster avec soin avant de porter le coup, justifie amplement la précision avec laquelle s'opérait la production des lames de silex. »

Ces poinçons ont été recueillis au nombre de quatre dans un des ateliers néolithiques qui existent au *Camp à cayaux* de Spiennes, dans la *marne mouvée*, à $2^{m},50$ de profondeur. Ils portent encore la trace des chocs qu'ils ont reçus et transmis. On sait que des trouvailles semblables ont été faites à Mur-de-Barrez (Aveyron) ; à Brandon et à Cisebury (Angleterre).

L'âge du cuivre (2). — Les archéologues sont loin d'être d'accord sur la question de savoir si l'âge du bronze a été précédé par un âge du cuivre. M. de Mortillet non seulement nie l'âge du cuivre, mais il considère les objets et les armes en cuivre pur rencontrés çà et là en Europe, comme relativement récents et appartenant aux derniers temps de l'âge du bronze. M. le Dr Much, s'appuyant sur des faits particuliers à l'Autriche et sur quelques observations, recueillies en Europe et ailleurs, qu'il prétend généraliser, soutient au contraire que le cuivre fut le premier métal manufacturé par les populations de l'Europe et par celles des îles grecques et des côtes asiatiques de l'Hellespont.

L'auteur constate d'abord que les palafittes de la Haute-Autriche, les ateliers d'outils en pierre du Götschenberg, les mines de cuivre de la Mitterbergalpe et de la Kelchalpe appartiennent à un même groupe de populations, et à une même époque, qui est l'époque de la pierre polie.

C'est à ce moment qu'apparaîtraient dans toute l'Europe les premières traces de l'emploi du cuivre. Les premiers objets en

(1) *Comptes rendus Soc. d'anthrop. de Bruxelles ; Matériaux*, mars 1887.
(2) *Matériaux*, juin 1887.

cuivre sont intimement mêlés aux outils et aux armes de pierre, dont ils conservent la forme. La connaissance du bronze fut acquise avant le complet abandon des instruments de pierre.

La linguistique comparée confirme l'ancienneté du cuivre et sa connaissance par toutes les branches de la famille aryenne, dans un temps où elles ne formaient qu'un peuple et ne parlaient qu'une langue.

Il n'y aurait pas eu, en Europe, d'âge de la pierre purement néolithique, d'après M. Much, excepté sur certains points, trop éloignés des mines de cuivre, où l'on ne trouve que de la pierre.

On n'observe pas, en Europe, de traces de passage de l'époque paléolithique à l'époque néolithique, non plus que de cette dernière à l'âge des métaux. C'est donc ailleurs qu'en Europe que les populations de l'âge de la pierre ont dû accomplir leur évolution vers un degré de civilisation plus élevé. Mais, si l'Europe centrale n'a pas été le berceau des Aryas, elle pourrait bien, d'après l'expression de M. Much, avoir été la patrie de leur jeunesse.

M. Chantre, dont l'opinion doit être prise en haute considération quand il s'agit des origines de la métallurgie, n'admet pas que la thèse de M. Much soit suffisammeut prouvée, et qu'il faille intercaler un âge du cuivre entre l'âge du bronze et celui de la pierre polie. En supposant que l'Europe centrale ait eu réellement un âge du cuivre, il ne faudrait pas donner trop d'importance à des faits isolés et en tirer des conclusions prématurées.

L'Espagne préhistorique (1). — Le passé préhistorique de l'Espagne, resté longtemps inconnu, commence à livrer le secret de ses mystérieuses origines. Après le livre de M. Cartailhac, publié l'année dernière, nous apprenons avec plaisir le résultat des recherches de deux savants ingénieurs belges, MM. Henri et Louis Siret, qui viennent d'explorer, entre Carthagène et Almérie, une zone côtière de soixante-quinze kilomètres et de fouiller environ trente stations.

Quelques-unes de ces stations, les plus anciennes, n'ont fourni aucune trace de métal. Elles appartiennent à l'époque néolithique. On y trouve des traces de murs grossiers et des sépultures à inhumation.

A côté de cette première série, les explorateurs signalent des stations caractérisées par de véritables maisons avec des murs en

(1) *Diario de Barcelona*, du 27 avril 1887.

pierre, où persiste encore l'industrie néolithique, mais où l'on voit apparaître déjà des poinçons en cuivre, et des haches plates, également en cuivre, dérivées de la forme des haches de pierre, accompagnées de pointes de flèches et de lames de couteaux, sans rivets, aussi en cuivre. Les sépultures de cet âge sont faites soit par inhumation soit par incinération. Elles renferment quelques objets de parure en bronze.

Les hommes de cette époque connaissaient et exploitaient les mines de cuivre de la région ; ils y ont laissé des creusets et des scories. On a ainsi la preuve des premiers tâtonnements d'une industrie indigène produisant des objets imités de ceux en os et en pierre. Ce serait la confirmation des idées de M. le Dr Much.

Une civilisation plus avancée fait assister aux progrès de la métallurgie. Les armes sont plus belles, plus pratiques. Mais elles sont toujours en cuivre. Le silex n'est plus guère employé que pour scier.

Enfin un nouveau progrès s'accomplit et le bronze apparaît, sans supprimer encore l'emploi du cuivre et celui de la pierre. Les populations élèvent, sur les sommets des montagnes. des maisons en pierre formant des bourgades agglomérées. On enterre les morts au milieu même des villages, soit dans des caveaux en pierre, soit dans des urnes en poterie où l'on trouve les corps repliés sur eux-mêmes. Le fer est inconnu ; mais l'argent n'est pas rare, dans les stations voisines des Herrerias, où il existait encore il y a une vingtaine d'années des mines d'argent natif.

Des milliers d'objets et plus de quatre-vingts crânes bien conservés sont sortis des fouilles de MM. Siret. De nombreuses analyses ont établi exactement la composition et la nature des objets de métal.

Le compte rendu de ces remarquables explorations a mérité à leurs auteurs le premier prix du concours ouvert par disposition testamentaire de D. Francisco Martorell y Pena, de Barcelone. Il sera prochainement livré à l'impression (1). Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Antiquités du Yukatan (2). — M. Désiré Charnay a entretenu la Société d'anthropologie de Paris du résultat de ses dernières fouilles du Yukatan, d'où il a rapporté la restauration

(1) Voir plus haut, p. 239.
(2) *Bullet. Soc. d'anthrop. de Paris*, 3 fevr. 1887, p. 65.

complète, avec sa décoration polychrome, d'une pyramide et de son temple, à Izamal. Le savant explorateur a fait connaître la découverte d'une ville nouvelle, encore inconnue, située à 8 lieues au nord de Valladolid, appelée Ek-Balam, ou le Tigre noir.

C'est une ville de l'époque de la décadence, très voisine de la conquête. D'après M. Charnay, beaucoup de monuments et de villes du Yukatan étaient encore habités au moment de l'arrivée des Européens, et ne seraient pas aussi anciens qu'on l'avait supposé d'abord. C'est aux Mayas, et non aux Toltecs, qu'il attribue la construction de ces grands édifices.

M. Charnay parle ensuite de la découverte d'un grand nombre de haches polies, à l'île de Cozumel, qui était un lieu de pèlerinage, et de celle d'un cimetière maya, le seul connu, dans l'île de Jaïna, à 32 kilomètres au nord de Campêche. Il y a recueilli de curieuses statuettes et un grand nombre de vases et d'idoles en terre cuite.

Les Indiens de la Guyane et du Venezuela (1). — D'après M. Ten Kate, qui est allé étudier sur place les populations américaines, la peau des Indiens et métis, établis dans les provinces septentrionales de l'Amérique du Sud, correspond au n° 30 des instructions de Broca. Il n'a jamais noté le rouge brique ou acajou. Il n'a vu nulle part de races rouges, et la dénomination de peaux rouges doit être rayée des descriptions anthropologiques. La couleur des yeux est toujours noire (n° 1 à 2 de l'échelle chromatique). Les cheveux sont constamment noirs (n° 48), lisses, rectilignes, abondants. Le crâne est sous-dolichocéphale ou mésaticéphale. La déformation artificielle, employée autrefois chez les Caraïbes, est abandonnée.

Les races humaines de la basse vallée du Nil (2). — J'emprunte à un mémoire de M. le Dr Hamy, sur les populations actuelles de la vallée inférieure du Nil, les conclusions suivantes, dont je n'ai pas besoin de faire ressortir l'importance au point de vue de la colonisation européenne :

« Les Égyptiens actuels descendent en très grande majorité de la plus ancienne population dont l'archéologie et l'anthropologie nous aient révélé la présence dans la vallée du Nil, et ils reproduisent aujourd'hui toutes les caractéristiques physiques, intellectuelles, morales de leurs premiers ancêtres.

(1) *Revue d'anthrop.*, 3e sér., t. II, 1er fasc. 1887.
(2) *Bullet Soc. d'anthrop.*, 9 déc. 1886, p. 718.

„ Ce peuple appartient à une race bien définie, n'ayant point d'affinité avec les races nègres, mais apparenté de très près aux autres races chamitiques, bedja, çomali, etc.

„ Les invasions de toute espèce dont la vallée du Nil a été le théâtre n'ont qu'accidentellement modifié quelque peu le type ethnique de ses habitants.

„ Quelques îlots de population non égyptienne existent de ci de là sur les confins de la vallée du Nil (pêcheurs de Menzâleh ; Arabes des deux déserts) ; les milieux exerçant une action défavorable sur tous les étrangers, dont les colonies ne peuvent s'entretenir que par une immigration incessamment renouvelée. „

Momies royales d'Égypte (1). — M. Maspero ayant procédé, en juin 1886, à l'ouverture des momies royales découvertes en 1881 dans la cachette de Deïr-el-Baharî, M. le Dr Fouquet, qui l'assistait dans cette opération, a recueilli quelques observations anthropologiques concernant trois de ces momies.

L'une est le corps d'un anonyme, jeune homme de 23 à 24 ans, mort dans un état de contraction qui fait présumer un empoisonnement. La momification a été opérée sommairement, comme si l'on avait eu hâte de faire disparaître ce corps.

La seconde est la momie de Ramsès II, le grand Sésostris, la plus belle momie connue d'après M. Maspero. Le roi était de grande taille ($1^m,72$, sans tenir compte du retrait). Il avait le système osseux médiocrement développé, et le système musculaire atrophié par dégénérescence sénile. Les dents en partie conservées, blanches, sans carie, mais usées jusqu'au bout de la couronne, accusent un âge de 85 à 90 ans. Il avait les cheveux blancs, fins, ondulants, longs de 8 à 9 centimètres. Le front et le sommet de la tête en étaient dégarnis. La moustache et la barbe, assez clairsemées, avaient été rasées deux ou trois jours avant la mort. Ramsès était un dolichocéphale. Son indice est de 74. Il avait le crâne régulièrement ovale, allongé, d'aspect arabe ; le front étroit ; le nez busqué comme certains bédouins ; la bouche grande ; les lèvres charnues ; les bras et les jambes bien proportionnés ; les attaches fines ; le pied long et cambré sans déformations ; les ongles des pieds et des mains très soignés ; les mains longues ; les doigts fins, les ongles rougis de henné, taillés à la hauteur de la chair, sans bosselures ni sillons ; la peau

(1) *Bullet. Soc. d'anthropologie de Paris* ; 7 octobre 1886, p. 578.

blanche. Quelques-uns de ces caractères permettent d'affirmer que Ramsès II était un sémite.

La troisième momie est celle de Ramsès III. Il était grand aussi ($1^m,72$—$1^m,73$) et bien musclé, conformé pour l'équitation. Il devait être très gras, solide et vigoureux au moment de sa mort, qui arriva à l'âge de 60 ou 68 ans. Les cheveux et la barbe sont ras; la barbe peu fournie. Le nez est gros et busqué; la bouche large. L'indice céphalique (74,2) accuse un dolichocéphale.

Races supérieures et inférieures (1). — M. J. Ranke dans son livre *L'Homme*, publié à Leipzig en 1886, estime que la comparaison de l'homme et des singes, si agréable à certaine école anthropologique, est impuissante à donner une idée juste des caractères de supériorité ou d'infériorité dans les races et chez les individus.

Les caractères embryonnaires, comparés aux caractères adultes, fournissent de meilleurs termes de comparaison.

" On peut dire que le corps humain complètement développé doit avoir un tronc relativement *court* et des membres relativement *longs*. De cette façon les individus, races et classes sociales, chez lesquels on constatera le tronc relativement long et les membres relativement courts, présenteront les formes qui se rapprochent le plus des formes embryonnaires et infantiles. Ordinairement les individus de petite taille et les femmes possèdent ces formes, qui sont une sorte d'arrêt de développement. „

Le langage articulé (2).—Broca s'est trompé en croyant, lorsqu'il montrait les conséquences de la lésion de la 3e circonvolution frontale gauche du cerveau, que le siège de la faculté du langage articulé était trouvé.

M. Fauvel a expliqué en quoi consistait son erreur. Il avait seulement trouvé le groupe des cellules qui, dans le but de l'articulation des mots, actionnent les muscles du pharynx, de la langue et des parois de la bouche.

En effet, le malade comprend très bien ce qu'on lui dit. Il a conservé la voix ; mais il ne peut articuler toutes les syllabes. Le cerveau fonctionne comme par le passé; les mouvements buccaux sont seuls devenus difficiles.

Depuis les travaux de Broca, ceux de Wermicke, Küssmaul,

(1) *Matériaux*, mai 1887, p. 210.
(2) *Bullet. Soc. d'anthrop. de Paris ;* 4 nov. 1886, p. 636.

Kohler et Piet, en Allemagne, de M. Charcot, en France, ont montré que la désorganisation de la circonvolution temporale qui borde inférieurement la scissure de Sylvius entraîne la perte de l'audition des mots, autrement dit la *surdité verbale*. On entend encore le bruit de la parole ; mais il est vague et incompréhensible.

Mais ces deux centres moteurs ne suffisent pas, d'après M. Fauvel, pour expliquer le mécanisme du langage. Il doit en exister un troisième, encore indéterminé mais peu éloigné de celui spécifié par Broca, dont le rôle serait d'actionner les muscles du larynx qui mettent les replis vocaux de la glotte en état de vibrer, et ceux qui expulsent du poumon la colonne d'air qui produit ces vibrations.

A. Arcelin.

PHYSIQUE.

La théorie cinétique des gaz et les objections de M. Hirn. — Les expériences calorimétriques de Joule sur l'expansion des gaz dans le vide avaient conduit quelques physiciens à admettre que le travail intérieur dans les gaz est nul, et que les molécules y sont sans actions permanentes sensibles les unes sur les autres. Mais ils s'aperçurent bientôt que ces conclusions étaient beaucoup trop générales. En effet, toutes les expériences de Joule avaient porté sur l'air atmosphérique, et la sensibilité de la méthode calorimétrique employée par le célèbre physicien n'atteignait pas ce qu'il était possible de réaliser en ce genre. On pouvait par conséquent se demander, sans être taxé de témérité, si les faits observés par Joule constituaient une propriété générale des gaz.

Sir William Thomson imagina une méthode expérimentale propre à résoudre cette question (1).

Cette méthode fut appliquée par son auteur, avec l'aide de Joule, à l'étude de l'expansion de l'hydrogène, de l'air atmo-

(1) *Œuvres de Verdet*, t. VII, p. 91.

sphérique et de l'acide carbonique; les résultats montrèrent que le travail intérieur des gaz ne peut pas être considéré comme nul, lorsque ceux-ci sont suffisamment éloignés de l'état parfait (1). Le travail des deux physiciens anglais fut trouvé si concluant que Verdet, en parlant des recherches expérimentales, n'a pas craint de dire : " On doit regarder désormais comme inutile tout travail qui aurait uniquement pour but de montrer qu'on peut négliger, pour de faibles variations de pression, le travail intérieur qui accompagne la dilatation d'un gaz ; on ne doit accorder de valeur réelle qu'à ceux qui présenteraient une précision suffisante pour mettre au contraire en évidence et mesurer ce travail intérieur (2). "

Dans la théorie cinétique, on considère néanmoins les gaz à l'état parfait. Cette théorie n'est donc pour les gaz réels, eu égard aux résultats des recherches expérimentales de W. Thomson et de Joule, qu'une première approximation plus ou moins voisine de la réalité. Cette remarque ne doit pas être perdue de vue.

Afin de rendre raison de l'absence de travail intérieur dans les gaz à l'état parfait, on suppose que les molécules, au lieu d'osciller sur place autour de positions moyennes, comme cela a lieu dans les solides et dans les liquides, sont, dans les gaz, animées de mouvements de translation rectilignes et uniformes. Ces mouvements se produisent suivant toutes les directions dans le voisinage de chaque point, durant des intervalles de temps très courts; ils ne sont limités, dans chaque direction, que par la rencontre des molécules en mouvement avec d'autres molécules, ou par la résistance de surfaces fixes, telles que les parois des vases.

Dans leurs mouvements rectilignes, les molécules sont sans actions mutuelles sensibles les unes sur les autres. Cette indépendance est le résultat de l'écartement considérable des molécules des gaz.

(1) *Ibid.*, pp. 95 et suivantes.

Les gaz parfaits sont ceux qui obéissent aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac ; ils vérifient la formule

$$\frac{VH}{1+\alpha t}=\frac{V'H'}{1+\alpha t'}$$

dans laquelle V, H, t et V', H', t', représentent, à des époques différentes, les valeurs correspondantes du volume, de la pression et de la température du gaz, et où α est égal à $\frac{1}{273}$.

(2) *Ibid.*, p. 104.

Au moment des chocs entre molécules, les forces répulsives atomiques agissent avec énergie ; mais la durée de cette action est fort petite.

Il résulte de ces suppositions que les trajectoires des molécules des gaz sont formées de lignes droites disposées en zigzag. Ces lignes droites sont réunies, suivant l'ordre du parcours, par des courbes de raccordement de peu d'étendue.

Ces vues ont été émises pour la première fois par Daniel Bernouilli. Elles ont été reprises de nos jours par Joule et par Krönig, et ont reçu tout leur développement des travaux de Clausius et de Clerk Maxwell. C'est ce développement qui constitue la théorie cinétique des gaz.

Voici quelques propositions appartenant à cette théorie, prises parmi les principales :

1° La force vive de translation des molécules d'une masse gazeuse est proportionnelle à la température absolue de cette masse ;

2° Cette même force vive, prise dans son ensemble, est égale à une fois et demie le produit du volume de la masse par la force élastique du gaz.

Ces propriétés entraînent comme corollaires : 1° la loi de Mariotte ; 2° la loi du mélange des gaz ; 3° la loi de la transformation du travail en chaleur dans le phénomène de la compression des gaz, ainsi que la loi du phénomène inverse.

Elles conduisent aussi à la détermination, pour les diverses températures, de la vitesse des molécules gazeuses sur leurs trajectoires rectilignes, et à celle du chemin moyen des mêmes molécules entre deux chocs. A la température de la glace fondante, par exemple, et sous la pression atmosphérique normale, ce chemin moyen est, pour tous les gaz, l'hydrogène seul excepté, inférieur à un dix-millième de millimètre (1).

Dans la théorie cinétique, la force vive de chaque molécule ne se compose pas seulement de la force vive du mouvement de translation, évaluée par le produit de la moitié de la masse de la molécule par le carré de la vitesse de déplacement du centre de gravité ; elle renferme de plus la force vive résultant des mouvements intérieurs qui ont lieu au sein de la molécule.

On fait voir, dans cette théorie, que la force vive totale d'une masse gazeuse est proportionnelle à la force vive de translation des molécules de cette masse et, par suite, proportionnelle également à la température absolue de la masse.

(1) Clausius, *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XI, p. 175.

En vertu de cette dernière propriété, on peut dire que des volumes égaux de différents gaz possèdent, sous la même pression et à la même température, la même force vive totale.

La théorie cinétique étendue, avec les modifications convenables, aux corps solides et aux corps liquides, conduit également à des résultats fort importants.

Toutefois, hâtons-nous de le dire, nonobstant la portée de ces résultats, la théorie cinétique n'en reste pas moins une théorie hypothétique ; son degré de probabilité est même inférieur de beaucoup à celui de plusieurs autres théories physiques.

C'est à faire disparaître de la science cette théorie qu'un des physiciens contemporains les plus distingués, M. Hirn, de Colmar, travaille depuis un grand nombre d'années, avec un zèle et une persistance dont on trouve peu d'exemples dans l'histoire des sciences.

Les faits que M. Hirn oppose à la théorie cinétique se trouvent consignés dans deux mémoires publiés dans les recueils de l'Académie royale de Belgique (1) ; ils donnent lieu à neuf objections que nous allons exposer brièvement dans ce bulletin.

Première objection. La première objection est tirée de la résistance que les milieux gazeux opposent au mouvement des corps.

Afin d'apprécier expérimentalement la manière dont cette résistance varie lorsque la température du milieu croît, et que la densité de ce milieu reste constante, M. Hirn s'y est pris de la façon suivante.

Dans une bonbonne de verre fermée hermétiquement par un bouchon de caoutchouc, il suspendit à un fil d'acier une lame rectangulaire de verre. Placée un peu plus bas que l'équateur de la bonbonne, la lame rectangulaire constituait un pendule ou balancier horizontal à grande surface. Le fil de suspension était fixé par son extrémité supérieure au centre d'un tube de cristal de faible diamètre, traversant à frottement doux le bouchon de caoutchouc et coudé à angle droit à sa sortie. Par une seconde ouverture percée dans le bouchon pénétrait un tube de verre recourbé deux fois en siphon et destiné à servir de manomètre.

Ce manomètre était un manomètre mercuriel à air libre ; il devait faire connaître à chaque instant les variations de pression et partant les variations de température du gaz renfermé dans la bonbonne. Celle-ci était posée sur trois piliers de bois,

(1) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLIII et t. XLVI.

dans l'intérieur d'une cage de verre spacieuse; le col de la bonbonne sortait seul de la cage. L'air de la cage pouvait être chauffé par deux becs de gaz et agité vivement à l'aide d'une plaque de carton. Cette disposition permettait d'obtenir une égalité parfaite de température dans toutes les parties de la bonbonne (1).

Pour tordre le fil et faire osciller la plaque de verre autour de l'axe de suspension, il suffisait d'imprimer un mouvement brusque de rotation à la partie verticale du tube de verre portant le fil; ce mouvement de rotation s'obtenait en faisant tourner rapidement d'un certain angle la partie coudée du tube.

Dans le but de donner à l'opération plus de précision, M. Hirn avait disposé des arrêts de chaque côté de la partie coudée du tube de verre. En allant d'un arrêt à l'autre, la partie coudée décrivait un angle constant; nous appellerons cet angle, angle moteur. La partie coudée agissait à la façon d'une manivelle; nous la désignerons ordinairement sous ce nom.

Voici quelle était la suite des opérations formant une expérience.

La manivelle ayant été mise en contact avec un des arrêts, le balancier ne tardait pas à prendre sa position d'équilibre; dans cette position le fil de suspension était naturellement sans torsion. Cela fait, on poussait vivement la manivelle contre l'arrêt opposé au premier. Sous l'influence de la torsion du fil, le balancier tournait autour de la verticale du point de suspension, avec un vitesse croissante. Dans ce mouvement, l'angle d'écart atteignait plus ou moins rapidement une valeur égale à celle de l'angle moteur; l'ayant atteinte, il la dépassait par l'effet de la vitesse acquise; puis, après quelque temps, par l'influence d'une torsion du fil opposée à la première, il cessait de croître.

A ce moment précis l'opérateur ramenait vivement la manivelle à sa position d'origine. La torsion développée dans le fil donnait alors naissance à une seconde oscillation du balancier. Au commencement de cette oscillation la torsion du fil était mesurée par l'angle moteur augmenté de l'angle décrit par le balancier pendant la première oscillation sous l'influence de la vitesse acquise. L'amplitude de la deuxième oscillation était, par suite, supérieure à l'amplitude de la première.

En reproduisant le déplacement rapide de la manivelle chaque fois que le balancier atteignait l'extrémité d'une oscillation, on

(1) Cette description de l'appareil est, à peu de choses près, la reproduction textuelle de celle donnée par M. Hirn dans son mémoire.

pouvait ainsi faire croître successivement l'amplitude des oscillations.

On observe dans cette expérience que l'amplitude des oscillations ne croît pas indéfiniment, lorsque le balancier se meut dans un milieu résistant ; elle tend assez rapidement vers une valeur limite dépendant de l'intensité de la résistance, opposée par le milieu au mouvement du balancier.

Cette dernière propriété est fort importante : grâce à elle, la variation de la résistance d'un milieu, dans des circonstances déterminées, peut s'apprécier et se mesurer au besoin par la variation de l'amplitude limite d'oscillation.

Les résultats numériques obtenus par M. Hirn, dans ses expériences sur la résistance des gaz et sur la corrélation de cette résistance avec les variations de la température de la masse gazeuse, sont les suivants :

Lorsque la bonbonne contenait de l'air sec à la température de $12^{\circ},9$, l'amplitude limite de l'oscillation fut trouvée égale à $1^{m},662$, sur la circonférence décrite par l'extrémité du balancier. La température de l'air ayant été portée à $47^{\circ},25$ et la densité maintenue à sa valeur primitive, l'amplitude limite de l'oscillation fut encore trouvée égale à $1^{m},662$.

Ayant introduit dans la bonbonne de l'acide carbonique desséché, M. Hirn trouva qu'à même densité du gaz l'amplitude limite des oscillations était égale à $1^{m},327$ pour la température de 11° aussi bien que pour celle de $50^{\circ},5$. Avec l'hydrogène, l'amplitude fut de $2^{m},569$ aux températures de $14^{\circ},4$ et de 49°.

M. Hirn conclut de ces expériences qu'à même densité la résistance opposée par les gaz au mouvement du balancier est indépendante de la température.

Il trouva, en outre, que cette résistance est sensiblement proportionnelle à la densité du gaz, même quand on compare entre eux des gaz différents.

D'après M. Hirn, la première conclusion est en contradiction formelle avec la théorie cinétique des gaz. En effet, dans cette théorie, suivant l'éminent physicien de Colmar, la résistance qu'un gaz oppose au mouvement du balancier dans la bonbonne est directement proportionnelle au produit de la vitesse du balancier par la racine carrée de la température absolue du gaz (1).

M. Clausius, signalant ce qu'il y a d'erroné dans cette assertion, reproduit, en la développant, une idée déjà exprimée par

(1) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLIII, mémoire de M. Hirn, p. 63.

M. Folie (1); il fait remarquer, avec le savant directeur de l'observatoire de Bruxelles, que M. Hirn n'arrive à la conclusion mentionnée ci-dessus qu'en négligeant, dans son analyse, les mouvements des molécules gazeuses dont la direction est opposée à celle des molécules qui vont frapper normalement le balancier (2).

M. Hirn, dans sa réplique, s'efforça de montrer à ses adversaires que la considération de ces mouvements ne modifie en rien, du moins dans les parties essentielles, les conclusions formulées par lui et que, dans la théorie cinétique des gaz, la résistance des milieux gazeux est bien réellement, à parité de densité, dépendante de la température du milieu (3).

Quand une divergence de vues a lieu entre des savants d'une valeur exceptionnelle, il n'est pas permis à tout venant de s'immiscer dans le débat. Cette règle de haute convenance explique le silence qui a été gardé jusqu'ici au sujet d'une controverse où les plus grands intérêts théoriques sont en jeu. L'auteur de ce bulletin, n'ayant aucun titre pour rompre ce silence, a cru pouvoir se contenter d'exposer fidèlement l'état de la question.

Ce n'est pas seulement sur la partie théorique du mémoire de M. Hirn que la critique s'est exercée; la partie expérimentale n'a pas même été épargnée.

M. Hirn affirme que la résistance de l'air sur le balancier est, dans ses expériences, sensiblement indépendante de la forme et des dimensions de la bonbonne (4); qu'elle est proportionnelle à la densité du gaz, et qu'à parité de densité elle reste invariable aux diverses températures.

M. Baille conclut de ses études expérimentales sur la résistance de l'air dans les mouvements d'oscillation très lents, que cette résistance dépend de la forme et des dimensions de la bonbonne; qu'elle ne varie pas proportionnellement à la densité, et enfin qu'elle augmente sensiblement avec la température (5). Qui faut-il croire?

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. IX, p. 44.

(2) *Ibid.*, t. XI, p. 176.

(3) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLVI, premier mémoire de M. Hirn, p. 187 et deuxième mémoire, p. 21.

(4) *Ibid.*, t. XLIII, mémoire de M. Hirn, p. 46.

(5) *Journal de l'École polytechnique*, 52e cahier, pp. 241 et 251.

Dans leurs expériences relatives à la détermination de la densité moyenne de la terre, MM. Cornu et Baille reconnurent les premiers que la résistance de l'air dans la balance de torsion ne dépend pas du couple de torsion du fil. Ce fait a été constaté de nouveau par M. Hirn dans ses recherches expérimentales sur la résistance de l'air.

M. Baille dit au sujet des expériences de M. Hirn : " La bonbonne était placée dans une cage de verre dont l'air était échauffé par des becs de gaz et agité par des plaques de carton. Il est à craindre que cette façon d'échauffer le gaz de la bonbonne ne donne pas une température bien uniforme, ni, par conséquent, un milieu bien calme, conditions très difficilles à obtenir, même avec des précautions plus minutieuses. "

Ne pourrait-on pas joindre à cette remarque l'observation suivante ? Elle a été insinuée, si je ne me trompe, par Melsens, dans un de ses rapports sur les mémoires de M. Hirn.

Pour établir, sur des évaluations expérimentales, une conclusion de la portée de celle que M. Hirn oppose à la théorie cinétique, des variations de température de 35 ou 36 degrés centigrades paraissent bien faibles, attendu que ces variations correspondent, dans les expériences du célèbre physicien, à des accroissements de résistance d'environ 58 millièmes en valeur relative. Il est vrai que ces mêmes résistances, produites par la seule variation de la densité du gaz, ont amené une variation de 22 millimètres dans l'amplitude de l'oscillation limite du balancier (1); mais une réduction de 22 millimètres sur une longueur de $1^m,662$, dans une expérience dont les conditions de précision sont contestées, est une donnée bien légère, ce semble, pour renverser une théorie jusque-là admise sans conteste.

La solution de la question expérimentale posée par M. Hirn n'est donc pas encore donnée; le problème reste à l'ordre du jour. Pour être fructueuses, les recherches expérimentales nouvelles devront porter sur des variations considérables de température du milieu résistant. Les expériences de Borda sur le pendule semblent indiquer la voie qu'il conviendrait de suivre : le problème expérimental se compliquera alors d'un problème d'analyse, ainsi que M. Hirn le fait remarquer (2).

Seconde objection. La seconde objection que M. Hirn fait à la théorie cinétique des gaz est prise à la pression qu'un jet de gaz exerce sur un disque circulaire de grande dimension placé perpendiculairement à la direction du mouvement.

Le célèbre physicien admet que, dans la théorie cinétique, l'expression de cette pression se compose de deux termes : un terme proportionnel au carré de la vitesse du jet, et un second

(1) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLIII, mémoire de Hirn, p. 64.

(2) *Ibid.*, p. 28.

terme proportionnel au produit de la vitesse du jet par la vitesse des molécules gazeuses, dans leurs mouvements rectilignes à l'intérieur de la veine. Il en résulte que la pression exercée par le jet sur le disque dépend de la température du gaz dans la veine.

En fait, au contraire, d'après le résultat des expériences de M. Hirn, la pression sur le disque ne dépend que de la quantité de gaz écoulée durant l'unité de temps et de la vitesse d'écoulement; elle est indépendante de la température du jet. L'expérience faite par M. Hirn, à ce sujet, est la suivante.

Un gazomètre à air, alimenté par une pompe rotative, est soumis à une charge supérieure à la pression atmosphérique. L'air expulsé par l'excès de charge traverse un tube de cuivre de 2 mètres de long. Ce tube peut être chauffé par le moyen d'une lampe à alcool à mèche longitudinale et à niveau constant. A son extrémité libre, il se recourbe suivant un arc de cercle de grand rayon et se termine par une partie verticale. Dans l'intérieur de celle-ci sont logés le réservoir et une partie de la tige divisée d'un thermomètre; à l'orifice on peut adapter divers ajutages coniques convergents.

Au sortir de l'ajutage, la veine gazeuse va frapper le disque horizontal soumis à l'expérience. Dans les recherches de M. Hirn, ce disque était soutenu par un des plateaux d'une balance de Roberval; l'autre plateau portait la tare. On mesurait dans chaque expérience la pression exercée par le jet sur le disque, en plaçant des poids marqués dans le second plateau de la balance; ces poids devaient ramener l'aiguille indicatrice au zéro des divisions du quadrant.

Les évaluations de pression furent faites successivement, pour un même excès de charge dans le gazomètre, à la température de la salle et à la température de 200 degrés centigrades environ.

L'ensemble des expériences montra la justesse de l'ancien principe d'hydrodynamique, à savoir, " que la pression exercée sur un plan résistant par une veine fluide qui le frappe normalement est égale au produit de la section effective de la veine par une hauteur de fluide double de celle à laquelle est due la vitesse (1). „ Mais ces mêmes expériences firent voir que la pression exercée sur le disque par la veine gazeuse n'est nullement fonction de la température de la veine.

La partie expérimentale des recherches de M. Hirn est à l'abri de toute critique; personne, que nous sachions, n'en a contesté

(1) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLVI, premier mémoire de M. Hirn, p. 88.

l'exactitude. Quant à la variation de température du gaz dans les expériences faites sous même excès de charge, on ne peut, cette fois, la désirer plus considérable.

Il n'en est pas de même de la partie théorique : M. Clausius y a relevé des erreurs notables (1).

Voici quelques-uns des reproches que le savant géomètre de Bonn adresse au physicien de Colmar : 1° M. Hirn fait un usage trop étendu des hypothèses simplificatrices destinées à faciliter la conception des phénomènes. De semblables hypothèses, dit M. Clausius, doivent être employées avec réserve; " car si, dans certains cas, elles fournissent des résultats exacts, il n'en est pas moins vrai qu'en d'autres circonstances elles induisent en erreur. "

2° Lorsque, dans l'expérience du jet frappant le disque, l'écoulement de la masse gazeuse a duré quelque temps, au mouvement de translation de la veine vient s'ajouter la série complète des mouvements moléculaires intérieurs, tels qu'ils ont lieu dans les masses gazeuses à l'état de repos.

En effet, dans une veine gazeuse arrêtée en sa marche par un plan résistant, se développent peu à peu les mêmes chocs et les mêmes variations de mouvement que ceux qui prennent naissance dans une veine lancée en vase clos.

Or, M. Hirn ne fait intervenir, dans ses calculs analytiques, au sujet des mouvements moléculaires parallèles à l'axe du jet, que les mouvements ayant pour direction la direction même du jet; il néglige complètement les mouvements moléculaires dont la direction est opposée à celle du jet. M. Clausius fait voir que, quand on tient compte de ces derniers, la pression du jet sur le disque cesse de dépendre de la température.

3° Dans le jet réel, dont le jet idéal imaginé par M. Hirn n'est qu'une image fort imparfaite, l'air s'écoule du milieu du disque vers les bords suivant toutes les directions. Cet écoulement n'est pas assez rapide pour empêcher le mélange partiel de l'air qui arrive en face du disque avec celui qui occupe encore les parties centrales du plan; de là des chocs nombreux et variés, modifiant très irrégulièrement les directions et les vitesses des mouvements moléculaires. Au sein d'un milieu fluide aussi troublé, il n'est pas permis de négliger, dans la détermination de la pression sur le plan, les mouvements moléculaires qui se font parallèlement au

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XI, pp. 174 et suivantes.

jet, soit dans le sens même du mouvement du jet, soit dans le sens opposé.

Il résulte de cette dernière remarque que l'erreur commise par M. Hirn est de nature à fausser les résultats du calcul, alors même que le célèbre physicien, abandonnant la considération de la veine idéale, consentirait à considérer la veine réelle.

A ces remarques de M. Clausius, M. Hirn a répondu qu'il comprenait parfaitement l'utilité algébrique de la considération des mouvements moléculaires signalés par son éminent adversaire : par eux, en effet, la pression du jet sur le disque est rendue indépendante de la température ; mais que, comme physicien, il avait de la peine à concevoir une veine gazeuse pénétrant dans le vide et contenant, avant le choc sur le disque, autant de molécules marchant à rebours du courant que de molécules suivant le sens même du courant (1).

Troisième objection. M. Hirn tire la troisième objection de l'étude faite par lui de l'écoulement des gaz dans une enceinte relativement vide.

Cette étude est de l'aveu de tous les physiciens un chef-d'œuvre d'investigation expérimentale (2). L'auteur s'y était proposé de résoudre ce problème :

Un gaz s'écoule d'un vase dans un autre ; la pression du gaz dans le premier vase est P ; celle qu'il supporte dans le second vase est p, et celle-ci est moindre que P ; il s'agit de rechercher expérimentalement si, dans ces conditions, la vitesse d'écoulement du gaz croît indéfiniment à mesure que p diminue, ou s'il existe une vitesse limite.

L'appareil employé par M. Hirn dans cette étude était composé de la façon que voici.

Le gaz destiné à l'écoulement se trouvait renfermé dans un gazomètre cylindrique ; la cloche du gazomètre, lestée par des poids de charge, pouvait se déplacer sans frottement dans la direction verticale. Au besoin le gazomètre était alimenté par une pompe rotative. Dans l'écoulement du gaz, la cloche descendait avec plus ou moins de rapidité. La vitesse de descente était mesurée d'une façon ingénieuse.

(1) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLVI, deuxième mémoire de M. Hirn, p. 28.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. VII, pp. 289 et suivantes. — *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLVI, premier mémoire de M. Hirn.

Un fil attaché à la cloche par une de ses extrémités passait sur des poulies convenablement disposées et soutenait, par l'autre extrémité, une règle de bois recouverte de blanc de zinc. Celle-ci montait quand la cloche descendait et elle était guidée dans son mouvement par des coulisses verticales.

Un électro-aimant fixe, analogue à l'électro-aimant du récepteur Morse dans l'appareil télégraphique de ce nom, était placé en face de la règle. Chaque fois que le courant traversait le fil de l'électro-aimant, l'armature de ce dernier était attirée, et un poinçon métallique fixé au bout de l'armature frappait la règle. Le courant intermittent était lancé dans le fil, à des intervalles de temps égaux, par le mouvement oscillatoire d'un pendule très lourd.

Ce mode de pointage permettait d'obtenir sur la règle une série de points faisant connaître très nettement la vitesse de marche de la cloche.

En sortant du gazomètre le gaz passait par des tubes contenant de la chaux vive où il se desséchait. De là il se rendait dans une enceinte où on avait fait le vide à l'aide d'une trompe à eau.

Cette enceinte était en rapport avec la cuvette à large surface d'un manomètre à mercure ; la branche ouverte du manomètre avait un diamètre assez considérable. Une flotteur équilibré par une règle de bois, au moyen d'un fil et d'une poulie très légère, suivait les mouvements du mercure dans la branche ouverte. La règle était recouverte de blanc de zinc. Un électro-aimant fixe, semblable à l'électro-aimant du gazomètre, était placé en face de la règle. Les deux électro-aimants étaient actionnés par le même courant.

On obtenait de la sorte sur la planchette mobile, durant le mouvement du mercure dans la branche ouverte du manomètre, une série de points frappés en même temps que les points de la règle du gazomètre ; ces points permettaient d'apprécier, pour chaque position de la cloche, la pression de l'enceinte où le gaz s'écoulait.

Un second manomètre indiquait la pression du gaz au moment où celui-ci pénétrait dans l'enceinte vide. Des ajutages de formes et de dimensions diverses pouvaient être adaptés à l'orifice d'écoulement.

M. Hirn a publié intégralement les résultats de ses expériences (1). Parmi les conséquences qu'il croit pouvoir en

(1) Voir la note précédente pour l'indication des collections scientifiques où ces résultats ont été consignés.

tirer, celles qui se rapportent à la théorie cinétique des gaz sont les suivantes :

1° Lorsque la différence $P - p$ ne dépasse pas un vingtième d'atmosphère, la pression P dans le gazomètre étant d'ailleurs égale à la pression atmosphérique, les vitesses d'écoulement déduites des formules en usage dans l'hydrodynamique, notamment celles données par la formule de Weisbach, concordent d'une manière très satisfaisante avec les vitesses déduites de l'expérience.

2° Il n'en est plus de même lorsque les pressions P et p sont différentes ; alors les formules de l'hydrodynamique sont complètement en défaut.

3° Quand le rapport $\frac{p}{P}$ devient très petit, l'excès de la vitesse déterminée par l'expérience sur la vitesse déduite de la formule de Weisbach croît sans limite.

4° Le gaz étant dans le gazomètre à la pression atmosphérique, tant que la pression p ne dépasse pas deux cinquièmes d'atmosphère, le débit dû à l'écoulement reste sensiblement constant.

Dans l'opinion de M. Hirn, la troisième conséquence porte un coup mortel à la théorie cinétique.

La pression dans le gazomètre étant d'une atmosphère, et la pression p dans l'enceinte où se fait l'écoulement n'étant, par exemple, que de un huitième d'atmosphère, les vitesses d'écoulement déduites des expériences ont été, suivant les ajutages, de 5555, 5691, 4374, 4248 et 4362 mètres par seconde.

Or, toutes ces vitesses sont incompatibles avec les exigences de la théorie cinétique. D'après cette théorie, la vitesse de l'air atmosphérique s'écoulant dans le vide ne peut pas dépasser 485 mètres, à la température de la glace fondante.

Cette proposition, présentée comme conséquence d'expériences habilement conduites, était de nature à émouvoir les défenseurs de la théorie cinétique et à provoquer l'examen.

Dans un travail publié en novembre 1886 sur l'écoulement des gaz, M. Hugoniot fit voir, 1° que les expériences de M. Hirn, loin de contredire les formules en usage dans l'hydrodynamique, en sont, au contraire, une vérification très remarquable ; 2° que l'objection faite par l'éminent physicien à la théorie cinétique des gaz manque de fondement (1).

M. Hirn, en effet, dans ses recherches sur l'écoulement des gaz,

(1) *Annales de chimie et de physique*, 6e série, t. IX, pp. 375 et suivantes.

ne mesure pas directement les vitesses de sortie; il apprécie seulement le débit ou la masse de gaz écoulée pendant une seconde, aux diverses phases du phénomène.

Pour conclure de l'évaluation du débit à la vitesse d'écoulement, M. Hirn suppose que, dans la section contractée de la veine, la pression est égale à p. Plus généralement, il suppose que, dans le passage d'un gaz par un orifice très étroit d'une enceinte dans une autre, la pression du gaz à l'endroit de la veine où le maximum de contraction a lieu est égale, en toutes circonstances, à la pression du gaz dans la seconde enceinte.

De là, en représentant par ω l'aire de la section de la veine à l'endroit où celle-ci est le plus contractée, par V la vitesse et par d la densité moyenne du gaz en cet endroit, par D la densité du gaz dans le gazomètre, par W le débit durant une seconde, et par p la valeur correspondante de la pression dans l'enceinte où se fait l'écoulement, on a entre ces quantités les égalités connues

$$V = \frac{W}{\omega d},$$

et

$$d = D\left(\frac{p}{P}\right)^{\frac{1}{m}}.$$

Dans la dernière de ces égalités, m désigne le rapport des chaleurs spécifiques du gaz.

Ces équations font connaître la valeur de V, quand on connaît le débit W et qu'on a déterminé préalablement la grandeur de ω.

D'après M. Hugoniot, cette façon d'évaluer la vitesse d'écoulement est vicieuse; car il n'est nullement démontré que la pression dans la section contractée de la veine soit égale à p, comme le suppose M. Hirn. Au contraire, en partant du principe évident que les masses gazeuses traversant les diverses sections de la veine pendant l'unité de temps sont égales entre elles dans le régime permanent, M. Hugoniot a pu déterminer les variations de la section transversale de la veine sur toute l'étendue du jet.

Il a reconnu que ces variations sont fort différentes suivant que l'on a

$$\frac{p}{P} > \alpha$$

ou

$$\frac{p}{P} < \alpha,$$

α étant un nombre à peu près égal à 0,5.

Dans le premier cas, la section transversale de la veine est constamment décroissante, et la plus petite section se trouve à l'endroit de la veine où la pression est égale à p. Dans ces conditions, l'hypothèse faite par M. Hirn, dans l'évaluation de la vitesse d'écoulement, est légitime.

Dans le second cas, la section transversale de la veine est d'abord décroissante, quand on s'éloigne de l'orifice; puis bientôt elle devient croissante. A l'endroit où le maximum de contraction a lieu, la pression est égale, non à p, mais à α P.

Lorsqu'on tient compte de ces particularités, on voit disparaître des résultats des expériences de M. Hirn tous les écarts signalés par le célèbre physicien entre les vitesses d'écoulement réelles et les vitesses théoriques; en même temps, les grandes vitesses d'écoulement de 4000 mètres et plus se réduisent à des vitesses ne dépassant guère 300 mètres.

La pression α P dont il vient d'être question est indépendante de la pression p. Cette indépendance explique le fait, signalé par M. Hirn, que le débit reste constant pour toutes les valeurs de la pression p inférieures à une certaine limite. Il suffit, pour en rendre raison, d'admettre que l'aire de la section contractée de la veine ne varie pas sensiblement, tant que la pression dans le récipient où se fait l'écoulement reste inférieure à cette limite. M. Clausius a fait voir de son côté que ce fait s'accorde fort bien avec la théorie cinétique (1).

Dans sa réponse aux remarques de M. Hugoniot, M. Hirn fait observer que son savant contradicteur n'apporte aucun fait à l'encontre de ses conclusions et que, par suite, il reste toujours à savoir laquelle des deux argumentations est la meilleure. Le célèbre physicien semble aussi ne pas admettre, au point de vue expérimental, le théorème relatif à la pression dans la section contractée (2).

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XI, pp. 190 et suivantes.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.*

Dans la réunion de la Société française de physique du 4 mars dernier,

La formule de Weisbach, étendue à la partie de la veine située, par rapport à l'orifice, au delà de la section contractée, conduit à des limites de la vitesse d'écoulement, dans le régime permanent et au début du phénomène, que la théorie cinétique ne peut pas accepter. Mais est-il démontré que cette extension de la formule de Weisbach soit légitime? N'est-elle pas faite en dehors des limites où la vérification expérimentale a été appliquée? Il y a là, pensons-nous, un point obscur à élucider (1).

Quatrième, cinquième et sixième objections. — Toutes les autres difficultés que M. Hirn met en avant pour renverser la théorie cinétique se rattachent à des phénomènes connus depuis longtemps (2). D'après le savant physicien, la plupart de ces difficultés sautent aux yeux et eussent dû attirer l'attention des physiciens.

Aucune réponse à ces difficultés n'a encore été publiée que nous sachions. Dans ces conditions, notre rôle de simple rapporteur exige que nous nous bornions à présenter au lecteur un énoncé exact de ces difficultés nouvelles, sauf peut-être à les faire suivre, le cas échéant, de quelques remarques très courtes, sous notre propre responsabilité.

Voici ces difficultés.

Un vase cylindrique A est fermé par un robinet; celui-ci débouche dans une enceinte vide B d'étendue infinie. Le vase renferme de l'air atmosphérique sous pression P; il est muni d'un piston, et ce piston peut glisser à l'intérieur du vase sans y exercer de frottement.

On met le vase A en communication avec l'enceinte B, ce qui se fait en ouvrant le robinet. Puis, *première expérience*, on fait avancer le piston de façon à ce que la pression P ne change pas durant l'écoulement; *deuxième expérience,* le piston demeurant immobile, on laisse le gaz s'écouler sous l'effort de son élasticité.

Un relevé exact des indications thermométriques montre que, dans la première expérience, la température reste constante en A, et que, dans la seconde, elle baisse peu à peu (3).

M Sebert a fait part aux membres de la Société de la mort subite de M. Hugoniot.

(1) *Journal de physique théorique et appliquée,* 2e série, t. VI, pp. 82 et 83.

(2) *Mémoires de l'Académie royale de Belgique,* t. XLVI, deuxième mémoire de M. Hirn, pp. 51 et suivantes.

(3) Pour obtenir à coup sûr cet abaissement de température, il est nécessaire que les parois du cylindre soient imperméables à la chaleur.

Suivant M. Hirn, les exigences de la théorie cinétique sont en opposition manifeste avec ces deux faits.

En effet, dans la première expérience, le gaz devrait s'échauffer au sein du cylindre, par cela que les molécules venant choquer le piston ont, après le choc, des vitesses supérieures à celles qu'elles possédaient avant le choc.

Dans la seconde expérience, au contraire, la température devrait rester constante au sein du cylindre.

M. Hirn en donne la raison suivante : La sortie des molécules par l'orifice du robinet est, dans la théorie cinétique, un fait soumis aux lois des chances ; or, la réalisation du fait n'apporte évidemment aucune modification à la vitesse des mouvements moléculaires au sein du cylindre.

M. Hirn ajoute une troisième objection aux deux précédentes; elle est relative à une des plus célèbres expériences de Joule.

Deux ballons de même capacité intérieure sont réunis par un tube muni d'un robinet. Le premier ballon renferme de l'air comprimé ; le second est vide. Quand on ouvre le robinet, l'écoulement du gaz se fait et une tension commune ne tarde pas à s'établir au sein des ballons réunis.

Lorsque les deux ballons sont plongés dans un même calorimètre à eau, on ne constate, dans ces circonstances, aucune variation de température à l'intérieur du calorimètre; mais lorsque les ballons sont plongés dans des calorimètres différents, on observe un abaissement de température dans le calorimètre contenant le premier ballon, et une élévation de température dans le second calorimètre.

M. Hirn développe une seconde fois, à l'occasion de ces phénomènes, la difficulté théorique qui fait la matière de la cinquième objection.

Une réflexion nous a frappé lorsque nous avons lu le mémoire de M. Hirn. A voir l'énoncé de ces difficultés, on dirait, pensions-nous, que M. Hirn attribue à la théorie cinétique des gaz une signification qu'on ne lui attribue pas généralement.

Suivant ses auteurs, la théorie cinétique n'est qu'une première approximation dans l'interprétation des phénomènes présentés par les milieux gazeux. Cette théorie suppose les gaz à l'état parfait. Or, les expériences de MM. William Thomson et Joule ont fait voir que l'état parfait est un état idéal, et que le travail intérieur n'est nul dans aucun gaz. Il en résulte que toute augmentation dans le volume d'une masse gazeuse fait naître nécessairement un abaissement de température au sein de la

masse, et que toute réduction de volume produit, par une raison contraire, une élévation de température. M. Hirn demande donc à la théorie cinétique, dans les objections précédentes, plus qu'une première approximation ne comporte.

Septième objection. Cette objection est tirée de la constance de la vitesse de propagation du son dans les gaz.

M. Hirn oppose à cette constance la variabilité que la théorie cinétique est forcée d'attribuer à la vitesse de déplacement des ondes sonores dans les milieux gazeux.

L'exigence de la théorie cinétique est exprimée par M. Hirn de la manière suivante : « Dans un gaz formé de particules disjointes et indépendantes les unes des autres, qu'elles soient d'ailleurs en repos et également distribuées dans l'espace, ou qu'elles soient animées de tous les mouvements imaginables, mais de grandeur finie, la vitesse de propagation des ondes sonores est nécessairement une fonction de l'intensité du son. »

Pour démontrer cette proposition, M. Hirn a recours à la considération de l'appareil classique des billes d'ivoire. Dans cet appareil les billes d'ivoire sont suspendues, comme on sait, à des fils très longs ; leurs centres sont rangés en ligne droite dans un plan horizontal, et chaque bille touche celle qui la suit. Quand on soulève, dans le plan des fils de suspension, une des billes situées aux extrémités de la file et qu'on la laisse retomber à la façon d'un pendule qui a été écarté de sa position d'équilibre, on voit la bille placée à l'autre extrémité se soulever à son tour. Ce soulèvement commence à se produire presque au moment même où la première bille vient choquer dans sa chute le système des billes rangées horizontalement. Cette instantanéité d'effet tient à la rapidité avec laquelle la compression élastique se propage d'un bout du système des billes à l'autre.

Quand les billes au lieu de se toucher sont placées sur la file à quelque distance l'une de l'autre, l'intervalle de temps compris entre le choc de la bille soulevée à une des extrémités de la file et le déplacement ascensionnel de la bille située à l'autre extrémité croît de $\frac{L}{V}$, L représentant la somme des distances interposées entres les billes et V, la vitesse dont la première bille est animée au moment du choc. Cet intervalle de temps est dépendant de la vitesse V ; il décroît lorsque la force d'impulsion originelle croît, toutes choses égales d'ailleurs.

M. Hirn étend cette conclusion à la propagation des ondes sonores dans les gaz ; il admet comme démontré par le raison-

nement précédent que cette vitesse augmente avec l'intensité des vibrations sonores.

L'argumentation de M. Hirn amène assez naturellement, ce nous semble, la réflexion que voici :

Le problème d'analyse auquel l'objection du savant physicien donne lieu est un problème très compliqué. Sa complication ne permet pas qu'on le résolve par voie de simple assimilation, alors surtout que la force vive d'impulsion n'est pas représentée entièrement par la force vive des mouvements de translation des molécules, dans le phénomène de la propagation du son. Il est certain, en effet, qu'une partie notable de l'énergie d'impulsion est absorbée par les mouvements intérieurs qui ont lieu au sein des molécules. Dans les mouvements calorifiques des gaz arrivés au régime permanent, par exemple, l'énergie relative aux mouvements intérieurs est les quatre dixièmes de la force vive totale (1).

De plus, comme M. Hirn a soin de le faire remarquer, il n'est pas tout à fait exact de dire que la vitesse de propagation des ondes sonores est, d'après l'expérience, indépendante de l'intensité du son. Regnault a fait voir que dans les tuyaux la vitesse de propagation du son croît avec l'intensité de la vibration ; cet effet est surtout sensible dans les tuyaux de faible diamètre (2).

Huitième objection. M. Hirn tire cette objection de la hauteur que la théorie cinétique donne à notre atmosphère.

Supposons, dit-il, que la couche atmosphérique entourant notre globe soit à la température de la glace fondante au niveau du sol. A cette température, la vitesse des molécules de l'air desséché est, d'après la théorie cinétique, de 485 mètres par seconde. Un projectile partant du sol avec cette vitesse peut tout au plus atteindre la hauteur de 12 000 mètres dans son ascension verticale : cela résulte d'une formule bien connue en dynamique. Les molécules destinées à entretenir la région limite de l'atmosphère ne pourront donc pas s'élever au-dessus du sol à une hauteur supérieure à 12 000 mètres. D'autre part, il n'est pas douteux que cette hauteur ne soit de beaucoup inférieure à la hauteur vraie de la couche atmosphérique (3).

(1) Briot. *Théorie mécanique de la chaleur*, 2e édition, p. 147.

(2) Jamin et Bouty. *Cours de physique de l'École polytechnique*, t. III, 1er fascicule, p. 99.

(3) La hauteur de l'atmosphère terrestre n'est pas bien connue. Par la discussion d'un grand nombre d'observations de pression et de température

Cette difficulté, soulevée par M. Hirn, a été signalée depuis longtemps par les défenseurs de la théorie cinétique. Briot, dans la première édition de son exposé de la théorie mécanique de la chaleur, y répond de la manière suivante : " Nous avons supposé, dans le calcul, que la molécule de gaz qui s'élevait du sol ne recevait en chemin aucune communication d'énergie extérieure, tandis qu'en réalité les rayons solaires fournissent constamment au gaz de l'énergie calorifique. La limite supérieure de l'atmosphère est donc plus élevée ; mais le calcul fait voir que cette limite doit exister (1). "

Dans la seconde édition de cet ouvrage publiée, après la mort de l'auteur, par M. Mascart, on lit à propos de la difficulté mise en avant par M. Hirn : Diverses observations, particulièrement celles des étoiles filantes et des aurores boréales, montrent que la hauteur de l'atmosphère est au moins égale à 48 000 mètres. C'est une hauteur quatre fois plus grande que la hauteur donnée par la théorie. Il paraît donc nécessaire d'admettre que les molécules de l'air n'ont pas toutes la même vitesse, et que certaines molécules ont des vitesses au moins doubles de la vitesse moyenne (2).

Il est évident que ces remarques diminuent beaucoup la portée de l'objection développée par M. Hirn, si toutefois elles ne la font pas disparaître entièrement.

Neuvième objection. Dans cette dernière objection, M. Hirn, abandonnant le terrain des faits physiques, a recours, pour renverser la théorie cinétique, aux phénomènes chimiques. On connaît aujourd'hui, dit-il, un grand nombre de corps composés dont l'équilibre moléculaire est fort instable. Le fulminate d'argent et l'iodure d'azote sont dans ce cas : la moindre agitation mécanique les décompose.

Peut-on admettre que ces corps soient frappés constamment

faites à des altitudes diverses, Biot a cru pouvoir affirmer que la hauteur de notre atmosphère n'est pas supérieure à 48 000 mètres. Toutefois, l'interprétation théorique des phénomènes observés dans l'apparition des aurores boréales et des étoiles filantes semble exiger que cette hauteur soit portée au delà de la limite assignée par Biot. D'après M. Lemström, la limite supérieure à laquelle la lumière polaire s'élève dans l'atmosphère est comprise entre 35 000 et 70 000 mètres.

(1) P. 181.

(2) P. 144. J'ai changé quelques mots dans la citation : c'est la raison pour laquelle je ne l'ai pas mise entre guillemets.

par les molécules de l'air, animées de vitesses de 485 mètres à la seconde et plus, sans se décomposer ?

Puis il ajoute : Si on passe de la considération des corps explosifs solides ou liquides à celle des gaz composés très instables, on ne peut comprendre comment les molécules de ces gaz ne se disloquent pas à la suite des chocs incessants qu'elles éprouvent tant à l'intérieur de la masse gazeuse qu'à la surface des parois des vases.

Enfin, continue-t-il, de même que la vitesse de translation des molécules gazeuses peut parfois être nulle pour quelques instants et parfois atteindre des valeurs considérables, il peut de même arriver qu'une molécule reçoive dans le choc une grande vitesse de rotation et très peu d'énergie de translation. M. Hirn calcule, dans cette supposition, l'intensité de la force centrifuge à la surface d'une molécule composée ayant un millième de millimètre de rayon et une vitesse de rotation à la circonférence de 500 mètres ; puis il se demande si l'attraction chimique est capable d'équilibrer une force centrifuge aussi prodigieuse.

C'est ici le lieu, croyons-nous, de répéter la remarque que nous avons faite plus haut à propos de la septième objection.

Les problèmes posés par M. Hirn sont fort complexes ; plusieurs des éléments dont ils dépendent sont encore inconnus. Dans ces conditions, est-il possible, même à un esprit aussi perspicace que celui de M. Hirn, de résoudre ces problèmes par simple intuition ? Évidemment non. Seule peut-être, la chimie mathématique, dont les brillants débuts frappent en ce moment tous les regards, pourrait, sinon les résoudre, du moins y introduire quelque lumière. En attendant, la réserve la plus entière doit être l'attitude de l'homme de science à leur endroit.

L'ardeur avec laquelle M. Hirn s'efforce de renverser la théorie cinétique est chez lui le résultat d'une conviction profonde, jointe à un zèle parfaitement désintéressé. L'éminent physicien est effrayé des progrès que le matérialisme fait chaque jour dans les intelligences ; il entrevoit avec terreur le moment où l'esprit public égaré, déchirant ses lettres de noblesse, déclarera ne relever que de la matière.

Certes, jamais effroi ne fut mieux fondé, jamais terreur ne fut plus justifiée. Mais qu'ont de commun ces craintes, si motivées qu'elles soient, avec la théorie cinétique ? Comment la défaillance de la raison publique peut-elle être liée avec le maintien d'une opinion scientifique basée sur des raisons probables ?

A ces questions, M. Hirn répond : La théorie cinétique prétend expliquer tous les phénomènes physiques par de simples mouvements de la matière, à l'exclusion de la force. Mais exclure la force des phénomènes physiques, c'est, par voie de connexion logique, les faits le montrent surabondamment, l'exclure en même temps du domaine des phénomènes physiologiques et psychologiques.

Ce raisonnement de M. Hirn pèche par plus d'un endroit ; l'inexactitude de la majeure est peut-être son moindre défaut. Mais ne soyons pas trop exigeant ; attachons-nous uniquement à cette majeure.

Est-il bien vrai, comme l'affirme M. Hirn, que la théorie cinétique prétend expliquer tous les phénomènes physiques sans recourir à l'action causale de la force ?

L'examen sera facile, car c'est une simple question de fait.

Clerk Maxwell, un des fondateurs de la théorie cinétique, met à la base du phénomène du choc entre molécules l'action des forces répulsives. Le principe de la conservation de l'énergie, dont la théorie cinétique appliquée aux corps solides et aux corps liquides fait un si fréquent usage, implique la notion de la force. Qu'est-ce, en effet, que l'énergie potentielle qui entre dans l'expression de ce principe, si non le travail maximum des forces intérieures? Le principe de l'équivalence, dont l'emploi est plus fréquent encore, renferme dans son énoncé le travail des forces extérieures. Le théorème du viriel, introduit par M. Clausius dans la théorie cinétique, dit que tout mouvement stationnaire a besoin, pour persister, de certaines forces qui lui fassent dynamiquement équilibre, et que sans forces attractives aucun état de stabilité n'est possible dans la nature. Je me sers à dessein des termes employés par le savant géomètre de l'université de Bonn (1).

Le lecteur le voit : la théorie cinétique est profondément imprégnée de la notion de force; loin d'exclure cette notion, elle la met dans tous ses principes.

Que M. Hirn se rassure donc. L'état des esprits est des plus déplorables ; nous marchons à grands pas vers la négation la plus radicale qu'il soit possible de concevoir. Nul ne peut mesurer la profondeur de l'abîme où la raison publique se précipite. Les catastrophes sont prochaines. Mais la théorie cinétique n'a rien à démêler avec ces sombres prévisions, ni avec ces malheurs.

(1) *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XI, p. 193.

La source du mal est ailleurs : elle est, pensons-nous, dans l'orgueil des intelligences contemporaines. Aussi longtemps que l'esprit public ne se sera pas incliné avec respect devant le Dieu personnel que proclame le catholicisme, devant le Dieu créateur, rédempteur, juge suprême et rémunérateur, que la vraie religion adore, le mal qui ronge notre société est sans remède. A notre époque le matérialisme vient de l'athéisme pratique.

J. Delsaulx, S. J.

GÉOGRAPHIE.

Statistique de la Serbie. — On vient de publier à Belgrade les Tableaux statistiques de la Serbie pour l'année 1886. La *Gazette géographique* leur emprunte les chiffres suivants. L'année dernière le royaume comptait 645 communes, comprenant ensemble 69 villes et 3165 villages. Le nombre des églises était de 542 ; et celui des maisons de 298 857. De ces dernières 774 appartiennent à l'État, 205 aux cercles et aux districts, 1708 aux communes. La population totale du royaume s'élevait, en 1886, à 1 937 117 âmes. Le recensement de 1884 en avait donné 1 903 350, dont 10,3 pour cent dans les villes et 89,7 pour cent dans la campagne. Les contribuables étaient au nombre de 454 035, et les fonctionnaires s'élevaient à 2303. L'église (grecque-orthodoxe) y compte 976 prêtres séculiers et seulement 74 prêtres réguliers ; il n'y a point de religieuses. Il y avait 841 écoles primaires, dont 110 pour les filles, avec 865 instituteurs et 408 institutrices; elles étaient fréquentées par 47 800 garçons et 8155 filles. Le chiffre total des boutiques et magasins était de 13 534 ; celui des hôtels, auberges et cafés, de 2738.

L'or en Norvège. — M. Dahll, ingénieur des mines, chargé par le gouvernement de la Norvège d'explorer le nord du pays, constate dans son rapport qu'en Finmark, dans un district de 50 milles norvégiens carrés (638 kilomètres carrés, environ le quart du Limbourg belge), toutes les rivières charrient de l'or. Les grains d'or pèsent de 10 milligrammes à 1 gramme. Parfois aussi on a rencontré du platine.

Ancienne forêt de chênes en Norvège (1). — On a trouvé dernièrement dans une tourbière à Vevang, près de Christiansund, à l'ouest de Drontheim, le tronc d'un chêne ayant 12 pieds de long et quatre de diamètre. Il se trouvait à une profondeur de 9 pieds, sous une couche dans laquelle on rencontre souvent des restes de sapins. Comme on y a déterré déjà, il y a quelques années, un grand chêne avec ses racines, il est probable qu'il a existé jadis en cet endroit une forêt de chênes.

Population indigène du Groënland. — D'après une communication faite par M. Ém. Hansen Blangsted à la Société de géographie de Paris, la population indigène du Groënland septentrional comptait 4414 âmes, dont 2119 hommes et 2295 femmes, et celle du Groënland méridional 5500 âmes, dont 2557 hommes et 2943 femmes, soit pour toute la contrée 9914 âmes, dont 4676 hommes et 5238 femmes. L'accroissement total de la population de la contrée entière a été, en 1885, de 31 au sud et de 86 au nord.

Chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Pékin (2). — Le conseil du gouvernement de l'empire russe examine en ce moment un projet grandiose. Il s'agit d'exécuter sous peu ou, du moins, d'entreprendre la construction d'une immense ligne ferrée pour relier Saint-Pétersbourg à Pékin et, s'il est possible, à Shang-hai. — La ligne projetée aurait un double résultat : elle permettrait aux Russes, en cas de guerre avec la Chine, de transporter leur armée, en quelques jours et presque sans fatigue, jusqu'au pied de la grande muraille ; et elle contribuerait à faire refluer sur la Sibérie, l'Oural et la Russie d'Europe le grand courant commercial qui se dirige vers l'océan Pacifique.

La Sibérie est, comme on sait, traversée par d'énormes fleuves, qui comptent parmi les plus grands de la terre; tous sont navigables pendant la grande moitié de l'année, et ils sont sillonnés par une véritable flottille de bateaux à vapeur. C'est entre ces fleuves qu'il s'agit d'établir les premiers tronçons de l'immense ligne. La dépense ne sera pas excessive. Point de terres à acheter : le sol, de peu de valeur du reste, est offert gratuitement sur tout le parcours par les municipalités sibériennes, qui multiplient leurs offres pour voir doter leur territoire de cette source de

(1) *Nature*, t. XXXV, p. 185.
(2) *Railway News.*

richesse et de prospérité. Quant à la main-d'œuvre, elle est d'un prix dérisoire dans le pays, et beaucoup de villes offrent de payer les ouvriers. N'oublions pas que les mines sont nombreuses en Sibérie, que le fer s'y trouve en abondance et que le pays, généralement plat, n'exigera guère de grands travaux d'art ou de terrassement.

Tremblement de terre de Vièrnoyé. — Le 9 juin dernier, la ville de Vièrnoyé, dans la province de Sémiriètchensk (Turkestan russe), et plusieurs villages cosaques des environs ont été fortement secoués par des tremblements de terre. Les secousses, qui se sont répétées à plusieurs reprises, ont été si violentes que la ville ne présente plus qu'un monceau de ruines. Jusqu'à présent, on a retiré des décombres 800 cadavres. Vièrnoyé est une ville moderne, de 17 500 habitants, bâtie dans les anciennes steppes des Kirghizes, au pied septentrional de l'Ala-Tau, montagnes qui la séparent de l'Issyk-Koul (lac aux eaux chaudes), et à environ 350 verstes au sud du lac Balkasch.

Le chemin de fer du Transvaal. — On écrit de Lisbonne : Les nouvelles reçues de la colonie de Lourenzo Marquez annoncent le très prochain achèvement du chemin de fer allant de la baie de Delagoa à la frontière du Transvaal. Cette ligne est la seule qui puisse relier le pays des Boers à la mer par une voie directe. Depuis longtemps la république sud-africaine désire cette communication et, il y a quelques années déjà, elle a concédé la construction d'un chemin de fer de Prétoria à la frontière portugaise à un syndicat hollandais; mais celui-ci ne s'est pas encore mis à l'œuvre. S'il ne commence bientôt, le gouvernement du Transvaal devra le déclarer déchu de ses droits, et commencer lui-même les travaux.

Le bruit de l'eau. — Sur quelques points des côtes de Sumatra et des îles Moluques, les pêcheurs reconnaissent, la nuit, la profondeur de la mer et la constitution du fond au bruit que fait l'eau en battant les écueils de corail. A 20 pieds et moins c'est, toute proportion gardée, la crépitation du sel qu'on jetterait sur des charbons ardents, à 50 pieds c'est le tic tac d'une montre, tic tac plus ou moins rapide selon que le fond est exclusivement de corail ou composé alternativement de corail et de vase, ou de corail et de sable. Si le fond est seulement de sable, le son est clair; s'il n'est que de vase, le son est sourd et

ressemble au bourdonnement d'un essaim d'abeilles. Dans les nuits sombres, les pêcheurs se guident d'après ces bruits ou ces murmures dans le choix des endroits de pêche. Pour mieux les entendre et les apprécier, ils s'appliquent à l'oreille le bout d'une rame dont l'autre bout plonge dans l'eau, et ils ne se trompent que fort rarement.

L'île Antipode (1). Cette île, découverte en l'an 1800, fut ainsi nommée parce qu'elle est la terre la plus rapprochée des antipodes de Londres. Le gouvernement colonial de la Nouvelle-Zélande a chargé, au commencement de cette année, le capitaine Fairchild, du steamer *Hinemoa,* d'y aller construire quelques cabanes en bois, pour servir de refuge aux naufragés. Cette île, située par 49° 40′ 53″ lat. S et 178° 43′ long. E, ne se trouve pas sur la ligne suivie par les navires, mais n'en est pas assez éloignée pour qu'ils ne puissent s'y égarer. C'est une terre plate comptant environ 2000 acres (800 hectares) sans arbres ni buissons, toute couverte d'une herbe grossière, mais arrosée par une eau excellente. On se propose de venir en aide à cette misérable végétation en semant dans l'île de la bonne herbe anglaise et en y plantant des eucalyptus. Il ne s'y trouve aucun animal terrestre, mais les albatros s'y voient par milliers. On veut aussi y introduire quelques moutons et quelques chèvres. Le point le plus élevé de l'île est le mont Galloway, qui atteint 1320 pieds au-dessus du niveau de la mer.

L'île Tristan d'Acunha (2). — La grande diminution qu'a subie dans les derniers temps la pêche de la baleine dans les mers antarctiques menace particulièrement l'île Tristan d'Acunha, isolée au milieu de l'Océan entre le cap de Bonne-Espérance et l'Amérique du Sud. Ses habitants, qui n'étaient, du reste, au mois d'août 1886, qu'au nombre de 93, parmi lesquels seulement 23 hommes faits, sont, outre quelques naufragés, les descendants des soldats que le gouvernement anglais établit dans cette île en 1816, à l'époque où Napoléon était à Sainte-Hélène. La principale source de leurs revenus est la vente de la viande fraîche et des pommes de terre aux baleiniers; mais, ceux-ci devenant plus rares, le prospérité a diminué d'autant. Ajoutons que toute une armée de rats échappés d'un bâtiment

(1) *Scottish Geographical Magazine.*
(2) *Petermann's Mitteilungen.*

naufragé est venue s'établir dans l'île, il y a quelques années ; elle y rend impossible la culture des céréales, et peu productive celle des pommes de terre. En 1885, une barque, qui se rendait à un navire au large, fut renversée par les flots, et tout l'équipage périt : il se composait de quinze hommes forts et robustes. Bien qu'au mois d'août 1886 deux navires de guerre anglais aient apporté des secours en céréales, farine, etc., il est à craindre que, par suite de la diminution du commerce et surtout du manque de bras pour cultiver le sol, la misère n'y fasse bientôt de grands ravages. C'est pourquoi le Rev. E. H. Dodgson, qui s'y trouve depuis cinq ans, a proposé de transporter en masse toute la population soit au Cap, soit à Sainte-Hélène. Rappelons à ce propos l'essai tenté deux fois à l'île Pitcairn. Les habitants ont été transportés : en 1831, à Taïti sur leur demande; en 1855, à Norfolk avec leur consentement. Chaque fois, ils se sont empressés de revenir dans l'île où ils étaient nés. On peut s'attendre à ce qu'il en soit de même des habitants de Tristan d'Acunha. L. D.

SCIENCES INDUSTRIELLES.

Nouvelle méthode pour la fabrication des métaux alcalins. — La méthode généralement usitée jusqu'ici pour la fabrication du sodium et du potassium consiste à faire réagir du charbon en excès, à une température très élevée, sur du carbonate alcalin additionné de chaux. La chaux est ajoutée principalement dans le but de rendre le mélange de carbonate alcalin et de charbon moins fusible, et d'empêcher, en évitant la fusion, que les deux corps réagissants ne se séparent l'un de l'autre par suite de la différence entre leurs poids spécifiques. Le mélange est fait soigneusement et calciné au préalable. Pour que la température nécessaire puisse se communiquer jusqu'au centre de la masse infusible, on chauffe celle-ci dans des tubes en fer forgé de $0^m,15$ seulement de diamètre, à une température voisine du point de fusion du fer.

On prend :

Carbonate sodique. . . .	9 parties
Charbon.	4 —
Chaux	1 —

Sous l'action de la chaleur, il se dégage d'abord de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, et il se forme de la chaux sodée. Celle-ci, à une température plus élevée, se décompose en présence de l'excès de charbon; le sodium mis en liberté se volatilise et passe dans le condenseur par le tuyau de communication.

Le rendement est de 33 p. c. seulement du métal contenu dans la charge; la consommation de charbon pour le chauffage est relativement forte; et la dépense afférente au renouvellement des vases en fer forgé représente la moitié du prix de revient du sodium métallique.

M. H. X. Castner a modifié ce procédé en supprimant l'addition de chaux et en employant, au lieu de charbon, une sorte de carbure de fer possédant le même poids spécifique que le carbonate sodique ou que la soude caustique à l'état de fusion, et en faisant agir ainsi le corps réducteur sur l'alcali fondu. Par ce moyen, on assure le contact intime entre les masses réagissantes; il n'est plus dès lors nécessaire d'employer un si grand excès de matière réductrice, ni de faire usage de vases de si faible diamètre, ni de chauffer à une température si élevée.

Le composé réducteur est obtenu en calcinant un mélange intime de goudron et de fer très divisé. Le coke métallique pesant, ainsi produit, est ensuite pulvérisé. Il contient environ 70 p. c. de fer et 30 p. c. de charbon.

Le mélange d'alcali et de carbure est introduit dans de grands creusets en fonte. Ces creusets viennent s'appliquer, dans des fourneaux à compartiments, contre la paroi inférieure de couvercles installés à demeure fixe et portant des tubes de communication avec le condenseur. Le chauffage s'effectue au moyen de gaz d'éclairage et d'air chaud, à une température de 1000 degrés environ.

Il n'est pas nécessaire de mélanger les matières aussi soigneusement que dans l'ancien procédé, ni de les calciner au préalable. La fusion et la réduction commencent aux parois du creuset, où la chaleur est le plus intense; et la masse du mélange s'écoule constamment du centre vers la paroi, pour prendre la place de la matière fondue et réduite. Les creusets en fonte employés résistent beaucoup plus longtemps que les vases en fer forgé dans le procédé ancien. Enfin, le rendement est beaucoup plus élevé : il monte jusque 90 p. c. On doit attribuer cela à la plus grande intimité du contact entre les corps réagissants, et aussi à ce que les gaz produits (acide carbonique, oxyde de

carbone, hydrogène) n'ont que très peu d'action chimique sur les vapeurs de sodium métallique, tandis qu'en présence d'un excès de charbon il se formait divers composés dont le métal se séparait avec difficulté.

Le fer restant dans le creuset après l'opération est lavé à l'eau chaude, pour le séparer de la petite quantité de carbonate sodique qui y est mélangée, puis divisé, filtré, séché, mélangé à du goudron et retransformé en carbure pour une autre opération (1).

Nouveau système de fabrication des objets cylindriques en verre de section quelconque. — On sait que les baguettes et les tubes de verre sont fabriqués par l'étirage dans le sens horizontal. Mais on ne peut ainsi produire que des objets de dimensions transversales très réduites. Les cylindres creux à section circulaire appelés manchons ou canons, et destinés à être ensuite fendus et étendus pour donner le verre à vitre, sont obtenus généralement par le soufflage, opération pénible et délicate.

M. Oppermann, verrier belge, s'est fait breveter récemment pour la fabrication de ces canons par l'étirage de la masse vitreuse dans le sens vertical, à l'aide d'un moule dont la tranche inférieure correspond à la section droite du cylindre à obtenir. La partie inférieure de ce moule est plongée dans le verre fondu, puis on lui imprime un mouvement de bas en haut : le verre, par suite de sa cohésion et de son adhérence au moule, suit celui-ci dans son mouvement ascensionnel, se refroidit, se solidifie et forme une nappe cylindrique verticale dont la partie inférieure plonge dans le bain de verre.

Si la tranche ou arête inférieure du moule représente une ligne droite, au lieu d'une nappe cylindrique, on aura une feuille plate. Si l'on imprime un mouvement de rotation au manchon ou au récipient de verre fondu, on obtiendra des cylindres tordus en hélice. Si l'on met dans le récipient diverses couches superposées de verre de colorations différentes, et qu'on fasse plonger l'arête inférieure du moule jusqu'à la dernière couche avant de produire le mouvement ascensionnel, on aura des cylindres dont la tranche présentera plusieurs teintes.

Le moule est solidaire avec une tige filetée, passant dans un écrou animé d'un mouvement de rotation, mais fixe dans le sens vertical.

(1) *Journal of Franklin Institute.*

Le refroidissement du verre entraîné par le moule peut, dans le cas des tubes et des baguettes, s'effectuer d'une manière satisfaisante au simple contact de l'air ambiant. Mais, pour le refroidissement des grands cylindres, M. Oppermann fait usage d'une soufflerie.

La pièce cylindrique constituant le moule porte à sa partie supérieure un clapet s'ouvrant de dehors en dedans; l'air atmosphérique vient ainsi remplir librement le cylindre de verre au fur et à mesure qu'il se forme. La partie supérieure du moule reçoit aussi l'extrémité d'un tuyau qui amène de l'air comprimé : si l'on fait pénétrer de cet air dans le cylindre, le clapet se referme et, si la pression est suffisante, la partie du cylindre en cours de formation s'élargit ; en interrompant au contraire l'insufflation d'air et en maintenant fermé le clapet qui donne entrée à l'air atmosphérique, de façon à produire une sorte de détente, la partie encore chaude du cylindre se rétrécit.

Le refroidissement extérieur du manchon est obtenu au moyen de jets d'air, sortant de tubulures ménagées dans un conduit circulaire. Ces jets sont dirigés par des cônes mobiles et des ailettes radiales.

Le refroidissement artificiel permet de régler l'épaisseur des parois du cylindre : plus le refroidissement sera intense, plus le verre sera épais, et *vice versa* (1).

Sucrage des vins. — Souvent on améliore les récoltes de raisins trop faibles en degré alcoolique, en ajoutant aux moûts de l'eau sucrée : on a ainsi les vins *augmentés*. Pour tirer parti des matières renfermées dans le marc de raisin, on y ajoute une certaine quantité d'eau sucrée, on remet le tout à fermenter et l'on obtient des vins de *seconde cuvée, de troisième cuvée,* etc.

Si c'est du sucre saccharose que l'on emploie pour ces additions, ce sucre, n'étant pas directement fermentescible, reste en partie dans le vin, tel quel ou à l'état de sucre interverti; celui-ci fermente quand la température s'élève, et donne lieu en même temps à des fermentations secondaires : le vin s'altère.

Au contraire, en faisant usage de sucre de canne préalablement interverti, on obtient une fermentation régulière et complète, et le vin n'est plus exposé à s'altérer.

L'interversion du sucre se pratique en dissolvant celui-ci dans l'eau bouillante additionnée d'une certaine quantité d'acide tar-

(1) *Moniteur de la Céramique et de la Verrerie.*

trique (1 pour cent de sucre), ou d'acide sulfurique (2 pour mille de sucre), et continuant l'ébullition pendant quelques instants. La présence de l'acide tartrique dans les moûts est absolument sans inconvénient; elle favorise même la conservation du vin. Quant à l'acide sulfurique, il faut, après l'interversion, en neutraliser l'excès au moyen de carbonate calcique : la faible quantité de sulfate calcique ainsi introduite dans le vin n'offre pas non plus d'inconvénients.

Au lieu donc de dénaturer le sucre destiné à être transformé en alcool par fusion avec son poids de raisin, comme cela se pratique en France, MM. Klein et Fréchou proposent de le dénaturer par interversion. Le sirop concentré de sucre interverti peut se conserver aisément pendant quinze jours. On sait que jusqu'ici l'on n'a pu transformer le sucre interverti en sucre saccharose : la dénaturation serait donc parfaite au point de vue du fisc.

L'expérience démontre qu'un vin, pour pouvoir se conserver une année, doit marquer au moins 7 degrés alcooliques, et renfermer 20 p. c. d'extrait sec.

Pour déterminer la quantité de sucre à ajouter à un moût ou à un marc pour obtenir le degré alcoolique voulu, il y a deux opérations à effectuer.

On distille avec de l'eau un poids donné de marc ou de moût en cours de fermentation, et l'on soumet le produit à la distillation fractionnée ; on prend le degré alcoolique du liquide obtenu, et l'on multiplie par le nombre exprimant le rapport de la partie recueillie au volume total du liquide : on a ainsi le degré alcoolique du marc ou du moût.

Le résidu de la distillation est ramené au volume primitif, et l'on y dose le sucre à l'aide de la liqueur de Fehling ou solution de tartrate cupropotassique. En pratique $1^k,900$ de sucre interverti ou $1^k,800$ de sucre saccharose donnent 1 litre d'alcool.

La loi française permet l'addition de 20^k de sucre pour 3 hectolitres de moût, et de 50^k de sucre pour la même quantité de marc de raisin.

Pour les cidres et les poirés, la quantité de sucre dégrevée des droits est fixée à 10^k par 5 hectolitres (1).

Vins et eaux-de-vie de framboise et de fraise. — Certains fruits sucrés, tels que les framboises, les fraises, etc., ne fermen-

(1) D'après un mémoire présenté à la Société chimique de Paris par MM. D. Klein et E. Fréchou.

tent que lentement et souvent d'une manière fort incomplète, parce que les levures que renferment ces fruits manquent d'activité.

Si l'on y ajoute une levure énergique, telle que la levure de vin ellipsoïdale, on obtient la transformation rapide en alcool, non seulement de tout le sucre contenu dans le fruit, mais encore du sucre de canne que l'on y ajoute. On peut ainsi fabriquer un vin qui possède le parfum du fruit et se conserve longtemps.

Le vin de framboise a le défaut d'être acide, à cause de la grande quantité d'acide citrique renfermée dans ce fruit. Par distillation du vin de framboise ou du marc étendu d'eau, on obtient une eau-de-vie douée d'un parfum très distingué.

Le vin de fraise est moins acide que celui de framboise. L'eau-de-vie qui en provient par distillation possède aussi le parfum de la fraise (1).

Procédé de M. Roussan pour le traitement des phlegmes. — Les phlegmes renferment toujours, à côté de l'alcool, un certain nombre de matières étrangères désagréables au goût ou même toxiques, telles que l'aldéhyde, et que l'on ne peut séparer entièrement par les procédés ordinaires de distillation et de rectification.

M. Roussan a proposé en 1874, pour la destruction de ces matières étrangères, un procédé consistant à rendre les phlegmes alcalins à l'aide d'un lait de chaux et à les traiter à froid par une petite quantité de chlorure de chaux (60 à 75 grammes par hectolitre). Non seulement l'odeur des phlegmes disparaît presque totalement, mais le rendement en alcool à la distillation est sensiblement augmenté.

Ce procédé est simple et peu coûteux.

D'après les recherches de M. l'abbé L. Godefroy, l'aldéhyde est détruite en grande partie par le chlorure de chaux alcalin, et très probablement transformée en produits d'oxydation ayant des points d'ébullition plus élevés et se séparant facilement de l'alcool par distillation (2).

J.-B. André.

(1) Communication faite à l'Académie des sciences de Paris, par M. A. Rommier.

(2) *Bulletin de la Société chimique de Paris.*

HYGIÈNE.

Soins nécessaires à la conservation des dents (1). — Ils ont pour but de prévenir ou de combattre la carie dentaire. Cette carie consiste dans la dissolution de la substance organique qui constitue la trame des dents, dissolution opérée par les microbes de la bouche, après que la couche de substance calcaire a été détruite par les acides. Or, ces acides, dont le plus important est l'acide lactique, proviennent de la fermentation des substances hydrocarbonées qui font partie de notre alimentation. Le ferment de la salive, la ptyaline, transforme d'abord les substances amylacées en dextrine et en principes sucrés ; et ces produits divers sont attaqués par les microbes, qui les transforment en acides lactique et autres.

La genèse de la carie indique tout naturellement que deux sortes de moyens doivent concourir à l'entretien des dents. Les uns auront pour but de neutraliser ou de chasser les acides de la bouche, ou d'en prévenir la formation; les autres s'attaqueront aux microbes dissolvants de la trame organique dentaire. En un mot, les premiers s'opposeront à la décalcification de la dent, les seconds à la dissolution de la substance sous-jacente à l'émail. M. le professeur Miller, de Berlin, nous donne à cet égard des conseils qui se résument en l'emploi de moyens mécaniques et de moyens chimiques.

Le moyen mécanique par excellence, c'est le brossage. La fermentation acide se produit surtout dans les fissures et interstices qui séparent les dents ou qui existent entre elles et les gencives, c'est-à-dire qu'elle a lieu là où les matières fermentescibles doivent séjourner le plus longtemps. La brosse expulsera ces substances, surtout si l'on a soin de la manier parallèlement à l'axe des dents et non pas seulement dans le sens de la courbure des arcades dentaires.

M. Miller attache peu de prix aux poudres dentifrices. Celles qui sont acides doivent être rejetées, on le conçoit. Et quant aux autres, si elles sont insolubles, elles peuvent obturer les cavités qu'il s'agit de nettoyer. Aussi vaut-il mieux recourir aux savons dentifrices neutres ou légèrement alcalins. Le savon présente l'avantage de dissoudre les matières grasses qui encrassent les dents. Voici une formule que l'auteur recommande :

(1) *Revue médicale*, mai 4887.

Carbonate de magnésie.
Poudre d'iris de Florence (rhizome).
Talc.
Savon médicinal à : 5 grammes.
Essence de menthe poivrée X gouttes.
Mucilage de gomme arabique q. s. pour donner la consistance voulue.

Dans certaines affections, la salive a une réaction ordinairement acide ; ainsi dans la goutte, le rhumatisme. Il en est de même dans la grossesse. Dans ce cas, on se rincera la bouche plusieurs fois par jour avec une solution alcaline, au bicarbonate de soude par exemple. Il est bon de répéter cette opération avant le coucher; car, durant le long repos de la nuit, les aliments et les boissons n'entraînent pas les débris alimentaires ou les liquides acides provenant du repas précédent. L'usage de l'eau, même pure, convient d'ailleurs après chaque repas.

En parlant tantôt des moyens chimiques recommandés par M. Miller, nous faisions allusion aux substances antiseptiques destinées à tuer les germes de la carie elle-même. Peut-être serviront-elles aussi à détruire les microbes de la fermentation acide, et seront-elles capables de prévenir ainsi la décalcification des dents. Voici la formule préconisée par le professeur Miller :

Acide thymique	25 centigrammes
Acide benzoïque	3 grammes
Teinture d'Eucalyptus	15 grammes
Alcool absolu	100 grammes
Essence de Wintergreen	XXV gouttes
Ou essence de menthe poivrée	XX gouttes.

On verse une cuillerée à soupe de cette solution dans un verre d'eau, et l'on se sert du mélange pour se rincer la bouche après les repas et surtout le soir avant le coucher. Il va sans dire que la liqueur antiseptique ne produira tout son effet que si elle peut agir directement sur les microbes. Il faudra donc recourir au préalable à la brosse et conserver le liquide une minute au moins dans la bouche.

Les moyens que nous avons énumérés sont d'un emploi facile, du moins chez les grandes personnes. Il n'en est pas de même chez les tout jeunes enfants. On peut cependant les essayer, car la conservation des dents a chez eux non seulement la même importance que chez les adultes, mais elle doit assurer la régularité de l'implantation des dents de la seconde dentition. Mal-

heureusement, l'hygiène dentaire est trop négligée dans la première enfance; si elle n'est pas compatible avec la minutie des soins que l'on donne à l'âge adulte, elle comporte néanmoins certaines mesures préventives parmi lesquelles nous citerons surtout la défense de l'abus des sucreries, des gommes, et en général de toute substance fermentescible susceptible d'un séjour prolongé dans la bouche.

Un moyen de calmer la douleur causée par les brûlures. — C'est un moyen mis à la portée de tout le monde aujourd'hui. Il consiste, d'après le Dr Dubois, de Villers-Bretonneux, à laisser s'échapper lentement sur la surface brûlée le contenu d'un syphon d'eau de seltz. L'effet sédatif que l'on en obtient est dû à la basse température de l'eau et à l'action calmante de l'acide carbonique qu'elle contient. Si l'on interrompt, en effet, l'écoulement du syphon pour le remplacer par un filet d'eau froide, la douleur reparaît pour disparaître de nouveau sous l'influence de l'eau gazeuse.

Si le processus de réparation n'est pas accéléré par l'emploi de ce moyen, ce n'en est pas moins un grand avantage de pouvoir supprimer si facilement les cuisantes douleurs qui accompagnent fatalement les brûlures à leur début (1).

De la syphilis dans ses rapports avec le mariage et l'hérédité. — Voici quelques données généralement reçues :

Quand le père est seul syphilitique, l'enfant peut naître syphilitique ; mais il a aussi des chances de naître sain.

L'enfant conçu syphilitique peut donner la syphilis à sa mère. Mais il arrive aussi que la mère échappe à la maladie.

Quand la mère seule est syphilitique au moment de la conception ou le devient dans les six premiers mois de la grossesse, l'enfant naît souvent syphilitique.

Si la mère n'acquiert la syphilis que lorsqu'elle est déjà enceinte de sept mois, l'enfant qu'elle porte échappera probablement à l'infection.

Si le père et la mère sont syphilitiques (au moment de la conception), l'enfant n'a presque pas de chances de ne pas le devenir. L'hérédité n'est cependant pas fatale.

Au point de vue héréditaire, la syphilis peut se transmettre à toutes ses périodes.

(1) *Journal de médecine de Nantes.*

Une mère syphilitique engendre plus souvent que le père des enfants syphilitiques.

Nous rapprochons de cet exposé quelques-unes des conclusions qu'émet à propos du même sujet le docteur Morrow dans le *Medical Times* (1) :

Il arrive que des hommes se marient en pleine activité de syphilis secondaire, sans infecter leurs femmes et sans transmettre la maladie à leurs enfants.

On admet que les accidents secondaires sont contagieux, tandis que généralement les accidents tertiaires ne le sont pas. D'après le Dr Morrow, cette opinion ne doit pas être acceptée sans réserve ; car, pour lui, les accidents tertiaires eux-mêmes peuvent parfois être contagieux.

Si, pour notre auteur, la contagiosité et la transmissibilité de la syphilis cessent ordinairement après la 3e et la 4e année, certains faits authentiques lui prouvent néanmoins que les attributs de la maladie peuvent persister après la 5e et la 6e année, et même au delà. Rien à cet égard ne peut être mathématiquement fixé.

Enfin, on peut admettre comme fait établi que la syphilis du père puisse se transmettre aux enfants sans infecter la mère.

On le voit, les conclusions du Dr Morrow complètent et confirment les données que nous venons d'émettre. Les unes et les autres concourent à donner de la syphilis une idée lamentable en ce qui concerne le mariage et la paternité. On ne peut s'empêcher de frémir en songeant avec quelle légèreté les jeunes gens s'exposent à un mal si cruel, et avec quelle insouciance ils s'engagent ensuite dans les liens du mariage.

Nous venons de parler de l'hérédité. Nous n'avons rien dit de la mortalité dans la syphilis héréditaire. Elle est effrayante. Dernièrement, dans un remarquable rapport lu à l'Académie de médecine sur la prophylaxie de la syphilis, M. le Dr Alf. Fournier disait que, sur 100 nourrissons nés de parents syphilitiques, il en meurt en moyenne 78. La terrible éloquence de ce chiffre est bien propre à justifier les mesures répressives les plus sévères contre un mal plus cruel que tous les fléaux épidémiques. La prophylaxie de la syphilis est en ce moment à l'étude dans divers pays. Le mal est difficile à enrayer, mais il faut espérer que tous les pouvoirs le combattront avec la plus grande énergie.

(1) Voir le *Scalpel*, 19 juin 1887.

A quel moment doit-on prendre les médicaments? — C'est là une question de thérapeutique qui touche de trop près à l'hygiène pour que nous ne la traitions pas ici. On peut prendre les médicaments : 1° à jeun ; 2° avant les repas ; 3° pendant les repas ; 4° à la fin du repas ; 5° dans les intervalles des repas ; 6° le soir.

Les médicaments que l'on doit prendre à jeun sont ceux qui peuvent troubler la digestion : ainsi l'huile de foie de morue, les médicaments vomitifs, les purgatifs sauf ceux qui, comme les résines, n'agissent que sur l'intestin, enfin les eaux minérales qui doivent être ingérées en grande quantité, cette masse de liquide devant naturellement contrarier la digestion.

On prendra immédiatement avant les repas les amers destinés à provoquer l'appétit, les substances absorbantes (craie, bismuth) que l'on prescrit dans la dyspepsie flatulente. Le Dr Barié (1), à qui nous empruntons ces données, range dans cette catégorie le bicarbonate de soude. Mais ne vaut-il pas mieux faire prendre ce médicament à jeun, dans le but d'augmenter la sécrétion du suc gastrique?

Pendant le repas, on prendra les substances ferrugineuses, les sels de chaux et tout ce qui a besoin d'un milieu acide pour se dissoudre. L'auteur admet ici l'administration des eaux minérales ferrugineuses et les eaux alcalines. Nous faisons nos réserves quant à ces dernières. Il convient de les prendre aussi à jeun, à moins qu'elles ne soient d'une très faible minéralisation. Les iodés sont rangés dans cette troisième classe. Peut-être convient-il de ne les prendre qu'à la fin du repas, pour ne pas conserver pendant toute sa durée leur saveur désagréable. Mêlés aux aliments et aux liquides, les iodés sont bien tolérés.

A la fin du repas, on donnera les substances qui concourent directement à la digestion, telles que la pepsine, l'acide chlorhydrique, la pancréatine.

L'auteur place dans les intervalles des repas les médicaments susceptibles d'entraver l'appétit et la digestion, tels que les arsénicaux, la térébenthine, la quinine. Cette classification n'a rien d'absolu, et l'on pourra se voir forcé de donner l'essence de térébenthine au moment des repas, si l'on ne veut pas incommoder ses malades par les éructations désagréables qui accompagnent l'évaporation de l'essence. Quant à la quinine, l'heure de son administration est, en cas de fièvre périodique, réglée surtout

(1) *Moniteur thérapeutique.*

par le moment présumé des accès. Le Dr Barié conseille de la prescrire en deux doses administrées, la première huit heures, la seconde quatre heures avant le retour de l'accès.

Enfin on prendra le soir, avant le coucher, les hypnotiques en général : opiacés, chloral, bromure, les purgatifs résineux..... Nous croyons que ces derniers peuvent se donner impunément au moment des repas, puisqu'ils ne doivent agir qu'à destination, c'est-à-dire environ six heures après le repas.

Quant aux hypnotiques, nous ferons observer que leur effet est très souvent individuel. Ainsi le bromure de potassium agit promptement chez les uns ; tandis qu'on devra le donner chez d'autres 5 ou 6 heures avant l'heure choisie pour en obtenir de l'effet.

Complétons cet exposé par une remarque relative aux malades soumis à la diète. On aura soin, chez eux, s'il s'agit de médicaments à action irritante, de ne les administrer qu'avec une assez grande quantité de liquide, afin d'atténuer leur effet local. Ainsi le bromure de potassium sera bien toléré, si on en fait prendre un gramme par verre d'eau. Si l'on en concentre trop la solution, il occasionne des troubles gastriques.

Fabrication du lait condensé (1). — Le lait condensé est cette préparation que le commerce a répandue partout aujourd'hui, sous forme de crême épaisse blanc grisâtre, et qui, dans l'alimentation des tout jeunes enfants, a supplanté le lait partout où on lui suppose une origine suspecte. Le lait ainsi préparé se conserve indéfiniment, prêt à reprendre l'aspect naturel, quand on le mêlera à une certaine quantité d'eau. Dans les voyages de long cours, dans les expéditions lointaines, dans les pays ravagés par la dyssenterie, le lait condensé est un aliment des plus précieux. Voici comment on le prépare : On verse le lait sur un tamis de soie pour le débarrasser de ses impuretés, et on le recueille dans un grand réservoir. Ce réservoir sert à peser le lait. On le laisse s'échapper ensuite dans de grandes chaudières en cuivre rouge, chauffées à la vapeur jusqu'à 35°. C'est là qu'on additionne le lait d'un huitième de son poids de sucre de canne. Une fois le sucre dissous, le lait est amené dans des chaudières dont la température est portée à 52°, et il y subit la concentration sous une dépression de 10 centimètres de mercure. Le lait bout dans ces conditions, et, en trois heures, il se trouve réduit à 1/3

(1) *Archives médicales belges.*

de son volume. Il est alors d'une consistance demi-fluide. Il passe ensuite dans de grands cylindres qui plongent dans l'eau, s'y refroidit, et remonte bientôt dans un atelier où on le verse dans les boîtes en fer blanc. Il ne reste plus qu'à souder pour le conserver un temps indéterminé.

Ces diverses opérations se font avec une propreté parfaite. Les vases qui servent au transport du lait sont brossés énergiquement et désinfectés à la vapeur. Cependant je ne vois dans aucune des opérations qui précèdent une garantie sérieuse contre les germes que le lait de vache pourrait contenir. Le lait concentré ne peut-il pas transmettre la tuberculose, si l'une des vaches auxquelles on en peut faire remonter la provenance est tuberculeuse? Sous ce rapport, l'ébullition du lait naturel doit offrir plus de garantie. Ce qui fait surtout le mérite du lait condensé, c'est la constance de sa composition. Pendant les chaleurs de l'été, une seule ébullition du lait naturel ne l'assure pas contre l'acidification pour 24, pour 12, ni même pour 10 heures. La boîte de lait condensé, une fois ouverte, ne peut plus être refermée. Mais le lait reste inaltéré pendant l'usage ordinaire d'une boîte.

En outre, la nourriture de nos vaches ne renferme que trop souvent de la drêche acide, et cette alimentation produit un lait que les enfants tolèrent mal, en raison sans doute d'un certain degré d'acidité. En Suisse, au contraire, la nourriture est plus naturelle, et ni les pâturages ni les fourrages ne font défaut. Ces conditions hygièniques leur donnent sans doute une immunité relative contre la tuberculose.

Quoi qu'il en soit, l'industrie du lait condensé a pris une extension considérable. Une seule usine établie à Cham, près du lac de Zug, concentre chaque jour le lait de plus de 8000 vaches, soit environ 60 000 litres, et expédie chaque année de 15 à 17 millions de boîtes de lait condensé. L'expérience que l'on a faite de ce produit dans notre pays explique cet énorme succès.

Un cas de propagation probable de la tuberculose par les poules (1). — Un médecin, appelé à donner ses soins à une jeune femme, la trouve tuberculeuse, mais ne parvient pas à reconnaître à son affection une origine héréditaire. Il apprend toutefois que sa malade avait fait depuis quelque temps une grande consommation de poules provenant de chez sa voisine, jeune

(1) *Congrès des Sociétés savantes.*

femme atteinte comme elle de tuberculose. Voulant donner à ses recherches un caractère de certitude, le médecin se rend chez la voisine et y constate que les poules dévorent les crachats de leur maîtresse. L'une d'elles était morte le matin ; le docteur en fait l'autopsie, lui trouve le foie farci de tubercules, et le microscope y révèle l'existence du bacille caractéristique de la tuberculose.

Il était donc bien probable que sa cliente avait mangé des poules atteintes de tuberculose. Sentant ses forces diminuer et croyant par là les relever plus sûrement, elle avait pris la malheureuse précaution de ne soumettre ses poules qu'à une cuisson insuffisante. Elle n'avait réussi qu'à s'inoculer la maladie avec plus de certitude.

On voit par cet exemple, le fait est d'ailleurs prouvé depuis longtemps, que la tuberculose se transmet de l'homme aux animaux et des animaux à l'homme. Nous connaissons tous des cas de transmission d'une personne à une autre. L'histoire même que nous venons de rapporter nous en donne la preuve; car celle des deux malades dont les poules succombaient à la tuberculose n'avait non plus aucun antécédent héréditaire ; mais son mari était mort tuberculeux, et c'est très probablement de lui qu'elle tenait son mal.

Quoi qu'il en soit, il ressort de ce fait qu'il faut soumettre ses aliments à une cuisson parfaite, et désinfecter soigneusement les produits de l'expectoration bronchique provenant de malades atteints de tuberculose pulmonaire. Il est bien facile de recueillir ces matières dans un vase contenant une solution de sublimé corrosif au millième. Elles seront ainsi stérilisées; sinon, après dessiccation, elles sont réduites en poussière, et peuvent pénétrer dans l'organisme par l'air que nous respirons, par les aliments que nous ingérons, par la surface des plaies, terrain tout préparé à leur inoculation. Cependant, au dernier Congrès de médecine interne à Wiesbaden (1), un médecin autorisé, le professeur Ruehle, de Bonn, émettait l'avis que la contagion immédiate, de bouche à bouche, est beaucoup plus fréquente que la contagion médiate, c'est-à-dire par l'intermédiaire de l'air. Pour lui, en beaucoup de cas, la contagion immédiate peut expliquer la prétendue transmission héréditaire, et il serait bon que des recherches de contrôle fussent dirigées dans cette voie.

(1) *Revue médicale*, mai 1887.

On ne peut nier toutefois, en certains cas, la transmission héréditaire véritable. Ainsi, on a trouvé chez des phtisiques le bacille de la tuberculose dans la liqueur spermatique ; des vaches tuberculeuses ont donné naissance à des veaux déjà tuberculeux en venant au jour. Mais ces faits ne doivent pas nous faire perdre de vue les mille moyens d'infection qui existent dans la société des malades atteints de tuberculose.

Propagation de la diphtérie par la volaille (1). — Décidément les oiseaux de nos basses cours vont être chargés de tous les méfaits. Nous venons de voir les poules accusées de propager la tuberculose. Voici qu'on leur reproche, ainsi qu'aux pigeons, de répandre les microbes de la diphtérie. Poules et pigeons sont d'ailleurs assez fréquemment atteints de la maladie, et ils en déposeraient les germes dans les fumiers, les chiffons, les amas de pailles et de poussières qu'on les voit si souvent fouiller. On a remarqué en effet, en remontant aux sources de la diphtérie, qu'elle prend souvent naissance dans le voisinage très prochain de ces amas d'ordures, sur le passage des tombereaux qui les emportent après le balayage des rues, quand tous ces résidus ont été remués par les poules et les pigeons. Ces faits sont appuyés par le professeur Lépine, de Lyon, par le Dr Delthil, par Emmerich, de Munich. Dans plusieurs cas, on a pu remonter des malades frappés de diphtérie à la volaille qui les avait infectés.

Mais les germes d'une maladie sont incapables de faire éclore fatalement cette maladie dans tous les cas. Ils doivent rencontrer pour cette éclosion un terrain favorable ou, du moins, certaines conditions atmosphériques qui favorisent leur développement. On a constaté depuis longtemps que le refroidissement des malades et l'humidité de l'air, joints à toutes les causes qui occasionnent la dépression de l'organisme, sont les circonstances les plus favorables à la propagation de la diphtérie.

De la contagion à l'hôpital des Enfants-Malades, à Paris (2). — Le Dr Archambault disait : " Aux Enfants-Malades, on meurt non pas de l'affection pour laquelle on entre, mais de celle que l'on y contracte. „ La promiscuité des malades aux salles de consultation, et dans les salles intérieures de l'hôpital,

(1) *France médicale.*
(2) *Progrès médical,* 23 avril 1887.

rend compte de la vérité de cette parole. Et en effet, que l'on se figure, réunis chaque jour dans une même salle, 100 à 150 enfants venus de tous les coins de Paris et de la banlieue pour y prendre les conseils d'un médecin autorisé, qui doit les examiner l'un après l'autre. Dans cette salle, on peut dire que toute la pathologie s'est donné rendez-vous. La variole, la rougeole, la coqueluche, la scarlatine, la fièvre typhoïde sont intimement mêlées à toutes les affections non contagieuses, aux moindres indispositions peut-on dire. Et ce contact doit se prolonger longtemps ; car, pour être placés dans les premiers, il faut arriver longtemps avant l'heure de la consultation, et c'est fixer une durée bien courte que d'estimer à une heure l'attente des premiers arrivés.

" Si on voulait intentionnellement, dit le Dr Lancry, répandre à profusion par les quatre coins de la ville, le contage de la diphtérie et de toutes les affections contagieuses, je me demande ce que l'on pourrait trouver de plus efficace pour atteindre ce but. "

Quant aux salles de l'hôpital, on n'y pratique pas plus l'isolement que dans la salle de consultation. Il faut reconnaître cependant qu'on a voulu le réaliser pour la diphtérie. Mais qu'on est loin de l'avoir fait d'une manière efficace! Ainsi, dans le 2e trimestre de 1882, 31 cas se sont déclarés à l'hôpital,

en 1883, 83 "
en 1884, 189 "
en 1885, 149 "

et cette statistique ne mentionne pas encore tous les cas.

Quant à la rougeole, le Dr Béclère en 1882 en constatait 52 cas ayant pris naissance dans un seul service et donnant lieu à 30 décès.

D'après le Dr Lancry, la rougeole occasionnerait actuellement 40 décès par an à l'hôpital des Enfants-Malades. La scarlatine et la coqueluche en donneraient chacune de 12 à 15. Il s'agit toujours bien entendu de maladies contractées à l'hôpital.

Si l'on ajoute à ces chiffres celui des cas de mort dus aux complications plus ou moins immédiates déterminées par les maladies contagieuses, on peut dire avec le Dr Lancry que l'hôpital de l'Enfant-Jésus occasionne annuellement, par défaut d'isolement, la mort de 200 enfants, sans compter les maladies et les décès que vont causer chez eux les enfants qui étaient venus demander du secours à l'hôpital.

Voilà la statistique d'un seul établissement. N'est-ce pas à peu près celle de tous les autres à Paris; car on n'y prend pas plus de précautions contre la contagion qu'aux Enfants-Malades?

Pour remédier à une situation aussi lamentable, il faut mettre en œuvre deux moyens qui s'imposent d'eux-mêmes : 1° on doit classer les malades pour la consultation; 2° on doit les isoler pour le traitement.

Il n'est pas toujours facile de classer en un instant et dès leur entrée 100 à 150 malades en diverses catégories. Mais il est des cas dont le diagnostic est bien vite reconnu. Chaque maladie contagieuse aurait une petite salle d'attente, toujours la même. Il faudrait de ce chef 5 ou 6 chambres isolées, s'ouvrant au dehors. Une grande salle serait affectée aux maladies non contagieuses ou non reconnues. Si ce simple triage sauve la vie à 100 personnes sur 200 dans chaque hôpital, ne vaut-il pas la peine d'y recourir, et ne compense-t-il pas largement le maigre sacrifice pécuniaire qu'il exige?

L'isolement des salles intérieures de l'hôpital n'a été tenté jusqu'ici qu'en faveur de la diphtérie. Mais il l'a été si mal qu'il n'a donné aucun résultat. Que peut-on obtenir d'ailleurs, si le personnel qui dessert des salles affectées à la diphtérie peut pénétrer dans d'autres services, si les enfants suspects ne sont pas mis en quarantaine?

L'isolement bien pratiqué nécessiterait des dépenses qui ne seraient cependant pas énormes ; car, au lieu de faire des constructions monumentales, on se servirait de pavillons en bois, là où le nombre des salles serait insuffisant. D'ailleurs, en présence de l'énorme mortalité qu'entraîne le régime actuel, peut-on hésiter sur une simple question d'argent ? La réforme est inévitable ; les vies humaines épargnées et la diminution du nombre des malades compenseront largement les sacrifices que l'on se sera imposés.

Lait et produits obtenus avec le lait des vaches tuberculeuses. — Nous avons signalé à diverses reprises les dangers de l'ingestion du lait cru provenant d'une vache atteinte de pommelière. M. V. Galtier constatait récemment, à l'Académie des sciences de Paris (1), les mêmes dangers au sujet des produits de ce lait : lait traité par la présure, fromage frais ou salé, petit-lait. Dans toutes ces préparations, le bacille de la tuberculose conserve sa vitalité. Elles présentent donc, pour celui qui en fait usage, les mêmes dangers que le lait cru lui-même.

Dr A. Dumont.

(1) Séance du 9 mai 1887.

INVERTÉBRÉS.

—

La perception de la lumière par les Myriopodes aveugles (1). — Depuis longtemps on sait qu'un grand nombre d'animaux, appartenant à tous les embranchements des Invertébrés, distinguent la lumière, parfois même très sensiblement, malgré l'absence complète d'yeux.

Ainsi plusieurs Protozoaires et Cœlentérés se dirigent constamment vers les parties éclairées des vases qui les renferment; il suffit qu'un pinceau de lumière tombe sur un Alcyonaire et sur certaines Actinies pour qu'ils se contractent subitement ; des Méduses adultes ou encore à l'état de larves recherchent les endroits éclairés, tandis que les larves d'une sorte d'éponge préfèrent les parages les plus obscurs. Parfois, même chez des animaux aussi inférieurs, on a réussi à déceler le siège exact des perceptions: ainsi, quand on enlève les organes marginaux à des Sarsia, sorte de Méduses, elles deviennent insensibles aux excitations lumineuses. Les Astéries et les Oursins recherchent les régions éclairées aussi longtemps que les taches pigmentées que l'on considère comme leurs yeux sont intactes ; mais, si on les en prive, ils se portent indifféremment dans tous les sens. Plusieurs Bryozoaires recherchent la lumière; d'autres semblent la fuir. Le ver de terre qui préfère, comme on sait, les endroits obscurs, perçoit manifestement des différences d'éclairage peu accusées. Le pied d'un mollusque, le Dentale, se rétracte brusquement sous l'influence de la lumière du soleil ou d'une bougie.

Les Arthropodes, eux aussi, ont été expérimentés, d'abord par M. Pouchet, qui a démontré que les larves de mouches, dépourvues d'organes visuels, perçoivent cependant la lumière, puis par M. Graber, qui a reconnu, sur des Blattes aveuglées artificiellement, qu'elles étaient encore impressionnées par la lumière; on a aussi constaté l'action de la lumière sur les Coléoptères qui habitent les cavernes et sur une crevette qui se tient dans les puits ; noter que, si ces animaux possèdent des yeux, leurs yeux sont dépourvus de pigment.

M. Plateau s'est adressé à des Articulés naturellement aveugles, ce qui donne un intérêt bien plus grand à ses recherches; il a choisi deux mille-pattes aveugles, Geophilus et Cryptops, et,

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques*, septembre-octobre 1886.

afin de mieux interpréter les résultats de ses expériences, il les a comparés à ce qu'elles produisaient sur une forme voisine, mais pourvue d'yeux, Lithobius forficatus.

Après avoir essayé différentes méthodes, M. Plateau a fini par adopter les suivantes :

1° Il enfermait les animaux soumis à l'expérience dans un tube de verre, étroit et long, fermé aux deux bouts, et couché horizontalement; le fond est revêtu, à l'intérieur, d'une bande de papier blanc sur laquelle les bêtes peuvent cheminer. Le long du tube, mais sans le toucher et par conséquent sans causer d'ébranlement ni de bruit, peut glisser, sur une sorte de chariot, un manchon cylindrique de carton noirci, d'un diamètre un peu supérieur à celui du tube.

Pour éviter des différences appréciables de température, M. Plateau a fait toutes ses expériences à une lumière vive, mais diffuse; les glissements du manchon et partant les passages de l'ombre à la lumière se faisaient toujours brusquement.

Des Myriopodes voyants, introduits dans cet appareil, se livrent à de vifs ébats, mais ils s'arrêtent de temps à autre, pour se nettoyer les antennes; or M. Plateau a observé que tous leurs arrêts se font à l'ombre du manchon.

Puis l'expérience a été répétée avec un Myriopode aveugle, Cryptops punctatus; sur 14 poses, il en a fait 13 à l'ombre; si le déplacement du manchon est effectué brusquement, le Cryptops ne se bouge pas tout de suite, tant la perception est lente ; plusieurs fois, M. Plateau a vu cet animal explorer à l'aide de ses antennes la limite circulaire qui séparait l'ombre de la partie éclairée du tube.

2° Le savant naturaliste de Gand a repris, en le modifiant un peu, un appareil dont s'était servi M. Graber quand il étudiait la sensibilité pour la lumière des Tritons, des Vers de terre et des Blatta Germanica; il a pris une boîte en verre, doublée extérieurement de papier noir; le fond est recouvert, à l'intérieur, de papier blanc réservé aux excursions des mille-pattes; celle des faces qui est tournée vers la lumière est partagée en six espaces égaux, dont trois sont recouverts de papier noir, tandis que sur les trois autres le verre est laissé à nu; il y a donc dans la boîte trois régions éclairées et autant d'espaces sombres.

Les résultats de 13 expériences successives sur Lithobius ont montré que 35 fois plus d'individus s'étaient cantonnés dans les espaces sombres que dans les parties éclairées ; de même les individus aveugles de Geophilus longicornis ont été quatre fois

plus nombreux à l'ombre qu'à la lumière; des Cryptops, introduits dans le même appareil, se montrent encore plus sensibles, et vont toujours se blottir à l'ombre.

En résumé, M. Plateau a établi, et comme d'habitude ses expériences sont inattaquables, que " la sensibilité des Myriopodes aveugles pour la lumière est assez grande, et qu'elle n'est pas beaucoup inférieure à celle des Myriopodes munis d'yeux. „

Ainsi qu'il a été noté plus haut, les Lithobius voyants, pas plus que les Géophiles et les Cryptops aveugles, ne témoignent d'inquiétude immédiatement après que l'ombre a fait place à la lumière; mais il s'écoule quelque temps entre l'impression et la perception. Pour mesurer cette *période latente*, M. Plateau a imaginé un appareil très ingénieux, et il a reconnu que sa durée chez les Myriopodes aveugles n'est pas plus grande que chez les autres formes, et qu'elle est en moyenne de 3 à 5 secondes.

La structure des Firoles (1). — Un de nos confrères de la Société scientifique de Bruxelles, M. le Dr René Warlomont, a repris sommairement l'étude de la Firole, l'un des trois genres qui, sous le nom d'Hétéropodes, constituent un ordre rattaché à la classe des Gastéropodes. Comme ses congénères, la Firole est un mollusque carnassier, adapté à la nage et pélagique.

Le corps, gélatineux et transparent, est cependant rigide ; sa paroi consiste en un tube gélatineux externe, une assise musculaire moyenne et une couche gélatineuse interne qui circonscrivent une cavité cylindrique occupée par le tube digestif: celui-ci s'ouvre aux deux bouts du corps.

La tête est prolongée en trompe; au delà de l'anus, le corps se termine par une queue munie d'un filament mobile.

Une partie notable du pied est transformée en une grande nageoire insérée ventralement, mais il faut remarquer que les Hétéropodes, en progressant, tournent toujours la face ventrale vers le haut. Cette nageoire n'est qu'une expansion de la paroi musculaire signalée plus haut.

Le système nerveux comprend quatre groupes ganglionnaires: trois paires de ganglions cérébraux, qui fournissent des nerfs notamment à l'œil, à sa capsule et à l'organe auditif; une paire de ganglions pharyngiens; une paire de ganglions pédieux; et deux ganglions viscéraux impairs.

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques*, 1886.

Les ganglions cérébraux sont reliés aux ganglions pédieux, non plus par de petites commissures latérales, mais par des bandelettes aussi longues que des nerfs ; on voit donc que le collier œsophagien des Hétéropodes ne ressemble plus, du moins par la forme et les dimensions, à celui des autres Gastéropodes.

Il faut rattacher à l'appareil nerveux l'organe cilié dans lequel on a voulu voir le siège de l'olfaction ; cette formation symétrique, située vers l'extrémité anale du corps, se compose, d'après M. Warlomont, d'une partie nerveuse en continuité directe avec un nerf issu d'un ganglion viscéral, puis d'une portion épithéliale ; ces deux éléments, séparés par le péricarde, ne sont en relation l'un avec l'autre que par des filets nerveux ; la partie épithéliale est surtout remarquable par les longs cils vibratiles qui s'y implantent. L'organe cilié est entouré par des branchies en houppes, disposées en demi-cercle.

Les affinités des Brachiopodes (1). — Les excellentes archives de M. de Lacaze-Duthiers contiennent un mémoire très complet de M. Joubin sur l'organisation de Cranie ; ce genre forme, avec Discine et Lingule, l'un des deux ordres de Brachiopodes, celui des Inarticulés ; jusqu'aujourd'hui on n'avait guère étudié ces animaux.

Les recherches de M. Joubin lui permettent de discuter, en parfaite connaissance de cause, l'intéressante question de la position systématique des Brachiopodes.

Cranie est enfermée dans une coquille très souvent difforme ; on l'a prise autrefois pour une Anomie et pour une Patelle ; elle n'est plus représentée aujourd'hui que par 4 ou 5 espèces, tandis que les formes fossiles sont nombreuses.

Les deux valves du test ne sont pas jointes par une charnière. L'une, inférieure ou ventrale, est attachée directement à un support, sans l'intermédiaire d'un pédoncule, ce qui est rare chez les Brachiopodes actuels. La valve supérieure est libre de toute attache avec l'inférieure.

Les bras, au nombre de deux, sont dépourvus de tout squelette calcaire ; ils ne peuvent exécuter que quelques petits mouvements ; sur toute leur longueur s'élève une frange de filaments tubuleux appelés cirrhes ; elle est longée par un repli membraneux, la lèvre brachiale, et ces deux parties limitent une gouttière qui descend, sur chaque bras, jusqu'à la bouche dans laquelle elle s'ouvre.

(1) *Archives de zoologie expérimentale et générale*, n° 2, 1886.

Les cirrhes sont très probablement des organes tactiles, car M. Joubin les a vus se mouvoir fréquemment comme pour palper les objets; ils peuvent aussi saisir des corpuscules alimentaires, puis les diriger dans la gouttière des bras pour qu'ils soient entraînés jusqu'à la bouche ; enfin, ils participent très probablement à la respiration, avec le manteau et les bras.

Il n'y a ni cœur ni artères chez Cranie, pas plus que chez aucun Brachiopode ; l'appareil circulatoire se confond avec celui de la respiration, et ce sont des cils vibratiles qui mettent en mouvement le liquide nourricier dans la cavité périviscérale, dans les lacunes du manteau, des bras et des cirrhes.

Le système nerveux est extrêmement réduit ; les ganglions cérébroïdes n'émettent que les nerfs des bras; indépendamment des fibres, ceux-ci contiennent encore des cellules nerveuses; aussi M. Joubin propose-t-il de les appeler ganglions brachiaux, au lieu de les considérer comme de simples nerfs. L'auteur fait encore remarquer que ce sont toujours les ganglions cérébroïdes qui émettent les nerfs destinés aux organes des sens; aussi est-il disposé à attribuer aux bras et surtout aux cirrhes une sensibilité plus élevée que le toucher, et à y voir les organes de l'olfaction et du goût. Il n'y a pas de traces d'yeux ni d'otocystes.

De son étude très minutieuse, M. Joubin conclut que Cranie s'éloigne notablement de ses deux voisins les plus proches, Discine et Lingule, et par des caractères importants : absence de pédoncule, anus médian au lieu d'être latéral, coquille calcaire et non cornée, etc.

Des trois genres, c'est Cranie qui se rapproche le plus des Brachiopodes articulés, notamment du genre Rhynchonella ; M. Joubin dit même que ce dernier genre n'a guère conservé, parmi les caractères de son ordre, que les valves articulées et la musculature correspondante.

Cranie d'une part et Rhynchonella de l'autre établissent donc une transition entre les deux ordres de Brachiopodes. Mais où faut-il placer toute la classe ?

Jusqu'aujourd'hui les auteurs qui se sont occupés des Brachiopodes n'ont jamais consulté que l'un ou l'autre des appareils anatomiques; aussi, comme l'organisation des Brachiopodes est très hétérogène, on les a classés tantôt près des Acéphales, tantôt près des Bryozoaires, des Ascidies ou des Annélides ; on a même tenté de les rapprocher des Crustacés. Ces résultats disparates suffiraient à montrer que la méthode qui les amène est vicieuse.

M. Joubin a préféré consulter toute l'organisation des Brachiopodes. D'abord, au point de vue de l'orientation générale, les Annélides, les Ascidies et les Acéphales ne peuvent pas être comparés aux Brachiopodes ; les Bryozoaires seuls méritent d'en être rapprochés à cet égard, car ils sont disposés dans leurs cellules suivant un plan de symétrie antéro-postérieur ; encore faut-il, pour que le rapprochement puisse être établi, considérer comme une deuxième valve l'opercule qu'on voit chez certaines espèces.

Nulle part on ne trouve une coquille perforée comme celle des Brachiopodes; il est vrai que la tunique des Ascidies l'est aussi, mais les vaisseaux qu'elle contient ne sont certainement pas comparables aux simples diverticules, émis par le manteau des Brachiopodes, qui s'insinuent dans les perforations de leur coquille. Leur pédoncule ne peut être assimilé ni au ligament élastique, ni au byssus des Acéphales.

Tandis que les Annélides ont toujours un grand nombre d'anneaux nettement délimités, on ne peut en voir que trois chez les Brachiopodes, et encore n'est-ce pas sans difficulté; par là ceux-ci se rapprochent des Bryozoaires, dont le corps comprend deux portions, le lophophore ou les bras et le sac viscéral.

La musculature est loin de ressembler à celle des Acéphales, tandis que par quelques traits elle rappelle vivement les Bryozoaires; ainsi les rétracteurs des bras correspondent aux rétracteurs du lophophore.

L'absence de cœur et de vaisseaux est commune aux Bryozoaires et aux Brachiopodes; elle les écarte à la fois des Acéphales, des Ascidies et des Annélides.

Chez les Annélides tubicoles et les Bryozoaires, la respiration s'effectue par des bras à la façon des Brachiopodes.

Les Annélides, les Acéphales et les Ascidies n'ont rien d'analogue au pédoncule des Brachiopodes; on ne trouve quelque chose qui lui soit comparable que parmi les Bryozoaires, chez Loxosome et Pédicelline. Morse a voulu assimiler le long pédoncule des Lingules à un corps entier d'Annélide dont les trois ou quatre premiers segments se seraient modifiés pour former le corps proprement dit; mais un tel rapprochement ne peut être fondé.

Les cirrhes des Brachiopodes rappellent complètement les barbules de certaines Annélides, des Spirographes notamment, au point que les coupes d'une barbule de Spirographe et d'un cirrhe de Brachiopode sont absolument identiques.

Le lophophore et l'épistome des Bryozoaires sont respectivement comparables, et avec beaucoup de raison, au lophophore et à la lèvre des Brachiopodes.

Les œufs et les spermatozoïdes tombent des glandes dans la cavité générale ou dans ses prolongements, comme chez les Bryozoaires et les Annélides; chez ces deux dernières classes, ils sont entraînés vers des pavillons ciliés, qu'on appelle organes segmentaires, puis conduits au dehors; leur expulsion se fait d'une autre façon chez les Bryozoaires. On s'est beaucoup appuyé sur la présence d'organes segmentaires pour rapprocher les Brachiopodes des Annélides.

Si l'on compare les formes larvaires de la Pédicelline ou du Loxosome parmi les Bryozoaires, des Térébratulides parmi les Brachiopodes, et des Spirorbes parmi les Annélides, on est frappé par de nombreuses ressemblances qui s'étendent jusqu'aux moindres détails.

Cette énumération, tout incomplète qu'elle est, montre que les affinités des Brachiopodes sont très diverses; sans doute, ils se rapprochent le plus des Annélides et surtout des Bryozoaires; mais M. Joubin leur trouve tant de caractères absolument propres qu'il croit nécessaire de les maintenir dans une classe distincte, au lieu de les joindre simplement à quelque autre groupe d'animaux.

A. Buisseret.

VERTÉBRÉS.

Les poissons des schistes de Glaris (1). — Voici, très brièvement résumés, les résultats les plus intéressants de l'important mémoire de M. A. Wettstein :

1. Les schistes de Glaris riches en poissons sont d'âge oligocène et appartiennent vraisemblablement à l'étage ligurien.

2. Les poissons n'y sont pas, à proprement parler, abondants. Cependant il en existe bien, dans les collections suisses, 3500 exemplaires récoltés pendant un grand nombre d'années et, dans ce nombre, 500 sont des spécimens de choix, sans compter

(1) A. Wettstein. *Ueber die Fischfauna des Tertiaeren Glarnerschiefers.* Abhandl. d. schweiz. palaeont. Gesellschaft. 1887. vol. XIII, pp. 103 et 8 pl.

qu'une certaine quantité de pièces exceptionnelles sont parties pour l'étranger.

3. L'état de conservation des poissons laisse, selon M. Wettstein, le plus souvent à désirer. Les squelettes sont bien, à l'exception de la tête, mieux préservés que d'ordinaire ; mais l'écaillure manque, ou plutôt, elle est engagée dans la gangue, et il faut une préparation délicate pour la mettre en évidence.

4. Le soi-disant genre éteint *Anenchelum*, Bl., maintenu par L. Agassiz, n'a pas de raison d'être ; ses espèces doivent rentrer dans le genre actuel *Lepidopus*, Gonan.

5. La roche constituant les schistes de Glaris n'a pas seulement, à la suite d'une compression, pris la structure schisteuse ; mais elle a aussi subi, dans le sens de la plus faible pression, une extension qui a amené une disposition fibreuse.

6. Cette extension a eu pour résultat de déformer les restes organiques contenus dans ladite roche, et ces déformations ont amené la création d'espèces factices. C'est ainsi que, sur sept espèces ordinairement décrites de *Lepidopus*, deux seulement doivent subsister : *L. glaronensis (= L. isopleurum = L. dorsale = L. heteropleurum = L. latum = L. breviceps)* et *L. brevicauda*. Toutes les autres reposent sur des modifications produites mécaniquement pendant le métamorphisme des couches.

7. Les autres poissons étudiés par M. Wettstein sont : *Acanthopleurus* (1 espèce), *Acanthoderma* (1 espèce), *Meletta* (1 espèce), *Clupea* (2 espèces), *Scopeloides* (1 espèce), *Nemopteryx* (1 espèce), *Acanus* (3 espèces), *Archæoteuthis* (1 espèce), *Padocys* (1 espèce), *Thyrsitocephalus* (1 espèce), *Palæorhynchus* (2 espèces), *Hemirhynchus* (1 espèce), *Archæus* (1 espèce), *Archæoides* (2 espèces), *Palimphyes* (1 espèce), *Isurus* (1 espèce), *Cyttoides* (1 espèce), *Fistularia* (1 espèce).

8. Il faut ajouter à ces types *Echeneis glaronensis*, un Rémora fossile. Cette pièce est très intéressante au point de vue de la théorie de l'évolution, car on y voit le disque d'attache en formation. En effet, tandis que chez les vivants, il atteint les narines en avant, il ne s'avance pas sur le crâne chez le fossile ; la première nageoire dorsale est donc encore à sa place, au lieu que, dans la nature actuelle, elle surplombe le crâne pour obtenir une plus grande adhérence.

9. Il y a en tout, jusqu'ici, dans les schistes de Glaris, 29 espèces de poissons, se répartissant dans 22 genres.

10. Les genres les mieux représentés, au point de vue des individus ou des espèces, sont : *Clupea*, *Meletta*, *Lepidopus* et *Palæorhynchus*.

11. L'ensemble de la faune ichtyologique de Glaris présente un facies méridional.

12. Le grand nombre des poissons de mer profonde indique que les sédiments qui les renferment actuellement se sont déposés dans les abysses.

13. Il n'y a dans les schistes de Glaris, outre les Poissons, que des restes extrêmement rares de Chéloniens et d'Oiseaux.

14. Des dépôts semblables aux schistes de Glaris sont connus depuis l'Alsace jusqu'en Galicie : Amphisylen-Schiefer ou Amphisylen-Schichten, Septariënthon, unterer Meletta-Horizont, Lepidopides-Schiefer, Menilit-Gebilde ou simplement Fischschiefer.

Modes de développement des œufs des Batraciens anoures (1). — On peut résumer ainsi, sous forme de tableau, les divers modes de développement des œufs des Batraciens anoures :

I. — L'œuf est petit et la larve le quitte à un état de développement très peu avancé :

1. Les œufs sont pondus dans l'eau : *Majorité des Batraciens; toutes les formes européennes, sauf le crapaud accoucheur;*

2. Les œufs sont pondus hors de l'eau :

A. Dans des trous transformés en flaques boueuses par la pluie et où les larves sont mises en liberté : *Leptodactylus ocellatus, L. mystacynus, Paludicola gracilis.*

B. Sur des feuilles, au-dessus de l'eau, dans laquelle tombent les larves lors de l'éclosion : *Chiromantis rufescens, Phyllomedusa Jheringi.*

II. — Le vitellus nutritif est abondant et le jeune subit tout ou partie de sa métamorphose dans l'œuf; jamais la larve n'acquiert une existence indépendante avant la perte de ses branchies externes :

1. Les œufs sont déposés dans un endroit humide et le jeune en sort à l'état parfait, jouissant de la respiration pulmonaire : *Rana opisthodon, Hylodes martinicensis;*

2. Les œufs sont portés par l'un des parents :

A. Par le mâle :

α. Enroulés en cordons autour des cuisses; le jeune quitte l'œuf à l'état de têtard : *Alytes* (crapaud accoucheur) ;

β. Dans le sac vocal; le jeune est expulsé à l'état parfait : *Rhinoderma ;*

(1) G. A. Boulenger. *Annals and Magazine of Natural History*, 1886, et E. D. Cope, *American Naturalist*, avril 1887.

B. Par la femelle :

α. Attachés au ventre : *Rhacophorus reticulatus*.

β. Attachés au dos.

αα. Le jeune subit sa métamorphose entière dans l'œuf : *Pipa;*

ββ. Le têtard libre est porté par le parent : *Dendrobates ;*

γ. Dans une poche dorsale :

αα. Le jeune quitte l'œuf à l'état de têtard : *Nototrema marsupiatum ;*

ββ. Le jeune quitte l'œuf à l'état parfait : *Nototrema testudineum*, *Opisthodelphys ovifera.*

L'Hermaphroditisme chez les Poissons (1). — Après avoir décrit deux cas d'hermaphroditisme chez la morue *(Gadus morrhua)* et la perche *(Perca fluviatilis)*, M. le professeur Max Weber fait remarquer que tous les cas connus peuvent être groupés dans le tableau suivant, en ce qui concerne les Poissons :

I. Hermaphroditisme constant.	avec autofécondation :	1. *Serranus scriba.* 2. *Serranus cabrilla.* 3. *Serranus hepatus.*
	sans autofécondation ; car le testicule et l'ovaire n'ont pas leurs produits mûrs simultanément :	1. *Chrysophrys auratus.*
II. Hermaphroditisme presque constant.	1. *Pagellus mormyrus.*	
III. Hermaphroditisme très fréquent.	1. *Box salpa,* 2. *Charax puntazza.*	
IV. Hermaphroditisme exceptionnel.	1. *Sargus annularis.* 2. *Sargus salviani.*	
V. Simples amas d'œufs à l'intérieur de testicules parfaitement développés.	1. *Smaris alcedo.* 2. *Ophidium barbatum.* 3. *Centrolophus pompilius.*	

Quant au degré auquel les Poissons sont hermaphrodites, les cas ci-après, observés chez l'Esturgeon *(Acipenser sturio)*, en donnent une bonne idée :

1. D'un côté du plan médian, de la laitance, et de l'autre, des œufs.

2. D'un même côté, en avant, de la laitance, et en arrière, des œufs.

(1) Max Weber. *Ueber Hermaphroditismus bei Fischen.* NEDERLANDSCH TIJDSCHRIFT VOOR DE DIERKUNDE. Jaargang V, aflevering 1, pp. 21-43 et Pl. III.

3. D'un même côté, sur la face tournée vers le plan médian, de la laitance, et sur la face tournée vers le dehors, des œufs.

4. D'un même côté sur la face dorsale, de la laitance, et sur la face ventrale, des œufs.

5. D'un même côté, aux extrémités antérieure et postérieure, de la laitance, et au centre, des œufs.

Il semble résulter de ce qui précède que, comme le veut M. Nussbaum, le testicule et l'ovaire se développent chacun aux dépens d'un bourgeon indifférent, qui peut éventuellement donner naissance aux deux, à égales ou inégales parties.

Circulation céphalique croisée (1). — M. L. Frédéricq prend deux chiens ou deux très grands lapins A et B, convenablement anesthésiés. Sur tous deux, il lie les artères vertébrales et il prépare les artères carotides, vaisseaux qui conduisent le sang à la tête. Sur les deux animaux, l'une des carotides, celle de droite par exemple, est coupée en travers; puis, on relie le bout central cardiaque) de la carotide droite du lapin A avec le bout périphérique (céphalique) de la carotide droite du lapin B. On établit pareillement la communication entre le bout central de la carotide droite de B et le bout périphérique de la carotide droite de A.

Dans ces conditions, la tête du lapin A ne reçoit que du sang venant du corps de B, et la tête du lapin B ne reçoit que du sang venant de A. Il y a chez les deux animaux échange de sang carotidien ou circulation céphalique croisée.

Les animaux supportent parfaitement cette opération et ne présentent aucun trouble des mouvements respiratoires, ni des battements du cœur. L'expérience n'est arrêtée que par la coagulation du sang dans les canules réunissant les vaisseaux sectionnés. Cet accident entraîne comme conséquence l'arrêt de la circulation commune et l'obstruction du dernier gros vaisseau nourricier de la tête.

Les lapins ne survivent généralement pas à cette oblitération, et meurent en présentant les symptômes de l'anémie aiguë du cerveau, c'est-à-dire les phénomènes de *dyspnée* (excitation exagérée des centres respiratoires) et de convulsions décrits pour la première fois par Kussmaul et Tenner. Chez les chiens, au contraire, il y a de larges anastomoses entre les vaisseaux encépha-

(1) L. Frédericq. *Sur la circulation céphalique croisée, ou échange de sang carotidien entre deux animaux.* Bull. Acad. Roy. Belg., 1887, 3e série, t. XIII, p. 417.

liques et les vaisseaux spinaux : aussi l'oblitération simultanée des vertébrales et des carotides n'arrête pas la circulation encéphalique et ne présente pas les mêmes dangers que chez le lapin.

Mais reprenons nos animaux au début de l'expérience, c'est-à-dire alors que la circulation commune fonctionne normalement, sans formation de caillots. A ce moment, les deux lapins à circulation céphalique croisée permettent de réaliser une expérience très importante au point de vue de la théorie de la respiration.

Les muscles respiratoires reçoivent leurs impulsions motrices de centres nerveux situés dans la moelle allongée (nœud vital de Flourens). Rosenthal (combattu par les physiologistes qui se sont occupés depuis de l'innervation de la respiration : Hoppe-Seyler, Marckwald, Mosso, etc.) admet que le degré d'activité de ces centres et l'énergie de la ventilation pulmonaire, qui en est la conséquence, sont réglés à chaque instant par les besoins respiratoires de l'organisme ; et que c'est la qualité du sang (teneur en oxygène et en anhydride carbonique) circulant dans la moelle allongée qui sert ici de régulateur : excitation exagérée des centres respiratoires *(dyspnée)*, quand il y a pénurie d'oxygène ou excès d'anhydride carbonique dans le sang qui baigne la moelle allongée ; ralentissement ou arrêt momentané de la respiration *(apnée)*, quand il y a excès d'oxygène ou déficit d'anhydride carbonique dans le sang de la région céphalique ; enfin, respiration ordinaire *(eupnée)*, quand il y a une proportion convenable d'anhydride carbonique et d'oxygène dans le sang artériel de la tête.

Or, si l'on cherche à produire de la dyspnée chez le lapin A (par un des moyens usuels : oblitération complète ou partielle de la trachée, par exemple), c'est B, l'autre lapin (celui dont la tête reçoit le sang de A), qui présentera les symptômes de cette dyspnée (mouvements respiratoires exagérés profonds, expirations actives pouvant dégénérer en convulsions, etc.), tandis que A présentera plutôt une tendance à l'apnée (diminution dans l'amplitude des mouvements respiratoires). Cela tient évidemment à ce que les centres respiratoires de A, étant convenablement nourris et fournis de gaz vivifiant, ignorent la pénurie d'oxygène du reste du corps et, partant, n'interviennent pas pour la corriger ; et *vice versa* pour B.

Cette expérience est donc une démonstration simple et élégante de la théorie de Rosenthal.

Ainsi, on peut modifier à volonté le rythme et le type des

mouvements respiratoires en agissant uniquement sur la composition du sang qui circule dans la tête d'un animal.

La première fente branchiale des Poissons Cyclostomes (1). — Il y a homologie entre la première fente branchiale de l'Ammocète et l'évent des Sélaciens.

Le corps thyroïde (2). — Cet organe constitue, tant par son mode de développement que par son mode d'innervation et de vascularisation, une dépendance médio-ventrale de la cavité branchiale, intéressant la région correspondant aux quatre ou cinq premières paires de fentes branchiales.

Le nerf latéral (3). — On trouve chez la Lamproie et chez l'Ammocète (sa larve), à droite et à gauche de la colonne vertébrale, entre la face profonde des muscles latéraux dorsaux et le tissu squelettogène de l'arc neural,un cordon nerveux qui s'étend dans toute la longueur du corps, depuis l'origine du nerf vague à la moelle allongée, jusqu'à l'extrémité de la queue. Schlemm et d'Alton ont démontré qu'il correspond au nerf latéral des Poissons.

Or, M. Julin a constaté que, chez l'Ammocète, le nerf latéral reçoit un rameau des branches dorsales non seulement des nerfs spinaux dorsaux, mais également des nerfs spinaux ventraux, et cela dans toute son étendue, depuis le premier nerf spinal jusqu'au dernier, à l'extrémité de la queue de l'animal.

Si nous considérons, d'autre part, que le nerf latéral n'est formé à son lieu d'origine que : 1° par une commissure du nerf facial, 2° par un petit rameau dorsal du ganglion pneumogastrique, 3° enfin, par deux rameaux émanant des branches dorsales de l'hypoglosse ; il paraît, dit le savant anatomiste de Liège, tout rationnel d'admettre que le nerf latéral n'est, en définitive, qu'une commissure dorsale réunissant tous les rameaux dorsaux, tant sensibles que moteurs, des nerfs spinaux avec les rameaux dorsaux de l'hypoglosse et du pneumogastrique. Cette

(1) C. Julin. *Les deux premières fentes branchiales des Poissons Cyclostomes sont-elles homologues respectivement à l'évent et à la fente hyobranchiale des Sélaciens ?* Bull. Acad. Roy. Belg., 1887, 3e série, t. XIII, p. 275.

(2) C. Julin. *Quelle est la valeur morphologique du corps thyroïde des Vertébrés ?* Bull. Acad. Roy. Belg., 1887, 3e série, t. XIII, p. 298.

(3) C. Julin. *De la valeur morphologique du nerf latéral de Petromyzon,* Bull. Acad. Roy. Belg., 1887, 3e série, t. XIII, p. 300.

commissure s'étend en avant, par l'intermédiaire du rameau récurrent, jusqu'au ganglion du nerf facial.

L'état de nos connaissances sur le développement du nerf latéral nous permet-il de tirer quelque conclusion sur sa valeur morphologique ?

Les observations concordantes de Balfour, Marshall et Van Wijhe ont démontré que tous les nerfs crâniens et spinaux, à partir du trijumeau, prennent origine dans une saillie médio-dorsale du tube médullaire, qui se trouve bientôt divisée en deux bandelettes dorsales, l'une droite et l'autre gauche, soudées au tube médullaire et étendues dans toute la longueur de ce tube; ces bandelettes, Marshall les a désignées sous le nom de *crêtes neurales*. Selon M. Julin, le nerf latéral, tel qu'il se trouve constitué chez l'Ammocète, ne serait que le reste de la crête neurale, ce qui expliquerait ses rapports avec les racines du vague et les branches dorsales des nerfs spinaux dorsaux.

Un poulet avec des yeux sur le dos (1). — Sur le dos d'un poulet, au reste parfaitement développé d'une manière normale, se trouvait, du côté gauche, à 1^{mm} en arrière de l'articulation de l'aile et à pareille distance de la ligne médiane du dos, une tache de pigment ronde de 3^{mm} de diamètre. A son intérieur, et située un peu excentriquement, existait une place circulaire dépourvue de matière colorante et nettement limitée par un anneau de pigment plus foncé que le reste de la tache. L'étude anatomique et histologique démontra qu'il s'agissait là d'un œil; un second œil fut, d'ailleurs, trouvé un peu plus loin et plus profondément; enfin, on découvrit la tête à laquelle ils appartenaient. En d'autres termes, il ne s'agissait plus ici d'un œil inattendu et supplémentaire (comme l'*œil pinéal* dont j'ai entretenu dernièrement les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques)*, mais de deux yeux appartenant à un second poulet contenu dans le corps du premier, et dont un venait affleurer à la surface de la peau. C'est ce qu'en tératologie on nomme *fœtus in fœtu*.

Métis du Chacal et du Chien domestique (2). — Ils sont féconds entre eux, d'après M. Julius Kühn.

(1) W. Richter. *Zwei Augen vom Rücken eines Hühnchens.* ANATOMISCHER ANZEIGER *(Verhandlungen der broden Versammlung der Anatomischen Gesellschaft)*, 1887, 2e année, n° 12, p. 410.

(2) J. Kühn. *Fruchtbarkeit der Bastarde von Schakal und Haushunde.* BIOLOGISCHES CENTRALBLATT, 1887, vol. VII, n° 5, p. 158.

Ceratochelys (1). — C'est une remarquable tortue éteinte, d'âge probablement quaternaire, trouvée dans un grès friable d'origine éolienne, dans l'île de Lord Howe, dans le voisinage de l'Australie. Elle appartient à la famille des *Chelydridæ* et portait *trois cornes* à l'occiput. Elle avait également une gaine osseuse autour de la queue.

La forme actuelle la plus proche ne se rencontre qu'en Asie ; les autres types du même groupe les moins éloignés habitent l'Amérique du Nord.

Proterosaurus (2). — C'est un saurien permien étudié surtout par Cuvier, von Meyer, sir R. Owen et le professeur Huxley ; enfin, par M. Seeley.

D'après celui-ci, les caractères du crâne sont fournis par la cavité cérébrale, le sus-occipital, le pariétal, le frontal, le préfrontal, le nasal et le prémaxillaire. Les dents sont soudées aux mâchoires. Le vomer, le palatin et le ptérygoïdien portent des dents. Le ptérygoïdien est fortement réuni au quadratum. Il y a deux vertèbres sacrées.

Il y aurait eu une armure dermique.

Triacanthodon (3).— C'est le premier Mammifère secondaire connu où la dentition de lait soit la même que chez les Marsupiaux, qui, comme on le sait, diffèrent des Placentaliens sous ce rapport.

Hyperodapedon (4).— Reptile triasique de l'Angleterre et des Indes ; un nouveau spécimen vient d'être découvert et étudié par le professeur Huxley. Voici les conclusions de cet illustre naturaliste :

Le dernier individu mesure environ 2^m de long. Les vertèbres présacrales sont plus ou moins opisthocœles, surtout dans

(1) T. H. Huxley. *Preliminary Note on the fossil remains of a Chelonian Reptile*, Ceratochelys sthenurus, *from Lord Howe's island, Australia.* Proc. Roy. Soc. London, 1887, vol. XLII, n° 253, p. 232.

(2) H. G. Seeley. *On* Proterosaurus Speneri, *von Meyer.* Proc. Roy. Soc. London, 1887, vol. XLII, n° 252.

(3) O. Thomas. *On the homologies and succession of the teeth in the Dasyuridæ, with an attempt to trace the history of the evolution of mammalian teeth in general.* Nature, may 26, 1887, p. 93.

(4) T. H. Huxley. *Further observations on* Hyperodapedon Gordoni. Nature, may 26, 1887, p. 94.

la région cervicale. Les vertèbres du cou situées près de la tête ont de longues et fortes côtes. Les narines externes ne sont pas séparées par une cloison osseuse. Les prémaxillaires forment un rostre pointu s'enfonçant dans une excavation de la mandibule, rappelant le bec des Rapaces. Les dents palatines et maxillaires sont disposées en plusieurs rangées. Les rameaux de la mandibule sont unis en une longue symphyse. Les pattes de devant sont remarquablement courtes et fortes, avec des métacarpiens d'égale longueur.

Hyperodapedon, au point de vue de la classification, forme la tête d'une série dont *Rhynchosaurus* et *Sphenodon* (ou *Hatteria*, le curieux lézard néo-zélandais) sont les deux autres termes.

Le crâne de *Rhynchosaurus* (type triasique) ressemble à celui de *Hyperodapedon* par son ouverture nasale antérieure et simple, la forme du prémaxillaire et de la région symphysienne de la mandibule, et en ce qu'il a plusieurs rangées de dents palatines; mais, par sa forme générale et par le contour de ses susmaxillaires, de ses palatins et de sa mandibule, il se rapproche de *Sphenodon.*

M. Huxley propose de ne faire, des Rhynchocéphaliens, qu'une simple famille de Lacertiliens, et de la diviser en deux sous-familles :

SPHENODONTIDÆ	1. Sphenodontinæ : *Sphenodon.* 2. Rhynchosaurinæ : *Rhynchosaurus* et *Hyperodapedon.*

Typothorax (1). — Le genre *Typothorax* fut fondé en 1875 par M. E. D. Cope, sur des plaques osseuses dermiques, du trias du Nouveau-Mexique. Depuis cette époque, le célèbre paléontologiste de Philadelphie a obtenu de nouveaux restes, et il vient aujourd'hui compléter sa diagnose.

Le nouveau matériel comprend deux côtes et les plaques dermiques correspondantes, deux fémurs et quelques pièces isolées de l'armure osseuse. Les côtes sont remarquables pour leur forte expansion, car elles sont si larges qu'elles se touchent par leurs bords, sans toutefois être réunies par suture. Chaque côte est recouverte d'une plaque dermique rubanée de même longueur et de même largeur. Le fémur est recourbé, avec troisième trochanter. Il n'y a pas de grand trochanter bien évident.

(1) E. D. Cope. *American Triassic Rhyncocephalia.* AMERICAN NATURALIST, may 1887, p. 468.

Typothorax était aussi grand que l'alligator du Mississipi. Une connaissance plus parfaite de ce genre fournira, sans doute, des données importantes sur l'origine des tortues.

Parthénogenèse artificielle (1). — Deux cas de parthénogenèse ont été produits sous l'influence d'excitants artificiels. Le premier est rapporté par M. Tichomiroff et, bien qu'il soit relatif aux Invertébrés, nous le mentionnerons d'abord. Le savant russe, au cours de recherches entreprises dans un autre but, découvrit que les œufs non fécondés du ver à soie se développaient sous l'influence d'actions mécaniques ou chimiques (acide sulfurique fort). M. le Dr J. Dewitz observa de même que les œufs non fécondés des Batraciens se développaient quand on les plongeait dans une solution de sublimé corrosif.

Reptiles et Batraciens de Rio-Grande-do-Sul (2). — Selon M. G. A Boulenger, il y en a 63 espèces pour les premiers et 28 pour les seconds ; savoir : 6 de tortues, 1 crocodile, 14 de lézards, 42 de serpents, 27 de batraciens anoures, 1 cécilie.

Vertébrés de la Nouvelle-Zemble (3). — Il y a seize espèces de Mammifères : deux lemmings, un loup, deux renards, l'ours polaire et le renne, puis des types marins; 41 espèces d'oiseaux.

Le cerveau du roitelet (4). — C'est le plus pesant par rapport au poids du corps de son propriétaire ; il en forme $\frac{1}{22}$, tandis que le cerveau humain, par exemple, n'en forme que $\frac{1}{40}$.

Metriorhynchus. — C'est un Téléosaurien caractérisé notamment par des préfrontaux surplombant les orbites et deux gouttières sur le palais. Il ne descend pas plus bas (ou, du moins, on le croyait) que le callovien dans la série jurassique. Cependant, je viens d'en décrire une espèce nouvelle *(M. Purvesi*, Dollo) provenant du toarcien du Luxembourg belge *(Soc. belg. Géol. Pal. et Hyd.)*

Nouveau Plésiosaure. — J'ai également fait connaître une espèce nouvelle de Plésiosaure *(P. Houzeaui*, Dollo) du poudin-

(1) *American Naturalist*, may 1887.
(2) *Ibid.*
(3) *American Naturalist*, april 1887.
(4) *Ibid.*

gue de Cuesmes. Elle est de fort grande taille. On n'avait pas encore signalé de Plésiosaure à une date aussi récente en Belgique; ceux décrits par M. J. Van Beneden provenant du jurassique du Luxembourg belge *(Soc. belg. Géol., Pal. et Hyd.)*.

Les dents des Chondrostei (1). — Les Chondrostei sont des Poissons ganoïdes à notocorde persistante, avec un crâne cartilagineux mais revêtu d'une armure dermique. Les dents sont petites ou absentes. Les téguments sont nus ou pourvus de boucliers osseux. La nageoire caudale est hétérocerque et garnie, sur son bord supérieur, d'une rangée de petites écailles appelées fulcres. Les narines sont doubles et situées devant les yeux.

Les Chondrostei se divisent en deux familles: les *Acipenseridæ* et les *Polyodontidæ*.

Les *Acipenseridæ* ont le corps garni de boucliers osseux, la bouche inférieure, protractile et édentée. Il y a quatre barbillons. La vessie natatoire est simple.

Les *Polyodontidæ* ont le corps nu, la bouche latérale et garnie de petites dents. Il n'y a pas de barbillons. La vessie natatoire est celluleuse.

Les *Acipenseridæ* renferment deux genres : *Acipenser* et *Scaphyrhynchus*. *Acipenser* (Esturgeon) n'a pas les boucliers osseux confluents sur la queue. Il y a un évent. Les rayons de la nageoire caudale se continuent sans interruption autour de l'axe de la queue. *Scaphyrhynchus* a un museau en forme de spatule. L'extrémité de la queue est si fortement comprimée que les boucliers osseux se rejoignent. Il n'y a pas d'évent. Les rayons de la nageoire caudale n'entourent point l'axe de la queue, qui se termine par un filament.

L'Esturgeon habite les fleuves asiatiques, européens et américains de la zone boréale tempérée. Le Scaphyrhynque a quatre espèces : l'une dans le Mississipi, et les trois autres en Asie centrale.

Les *Polyodontidæ* renferment également deux genres : *Polyodon (Spatularia)* et *Psephurus*.

Chez *Polyodon*, le museau se prolonge en une spatule extrêmement allongée, mince et flexible sur les côtés. Les fulcres caudaux sont étroits et nombreux.

Chez *Psephurus*, le museau est moins déprimé, plus conique. Les fulcres caudaux sont énormes et en petit nombre.

(1) N. Zograff. *Ueber die Zähne der Knorpelganoiden.* Biologisches Centralblatt, 1887, 15 mai, n° 6.

Polyodon se rencontre dans le Mississipi, et atteint $1^{m},80$; *Psephurus* habite le Yan-tse-kiang et le Hoang-ho, et peut mesurer 6 à 7 mètres, taille des grands Esturgeons.

Les yeux de *Psephurus*, comme ceux de *Polyodon*, sont remarquablement petits. Ces animaux se servent de leur museau spatuliforme comme organe de tact pour reconnaître leurs ennemis et leur proie.

Nous avons dit plus haut que les *Acipenseridæ* n'ont pas de dents, tandis que les *Polyodontidæ* en possèdent. Cela est vrai, mais seulement pour l'état adulte. En effet, il résulte des recherches de MM. Pôlzam, Salensky et surtout Zograff que les *Acipenseridæ* ont à l'état embryonnaire, des dents identiques à celles des *Polyodontidæ* adultes. Les dents disparaissent de plus en plus suivant la série *Polyodon, Psephurus, Scaphyrhynchus, Acipenser.*

Les Tortues Luth ou à cuir (1). — M. A. Smith Woodward, le jeune et savant paléontologiste du British Museum, vient de publier un article général sur ces animaux, vivants et fossiles. Il y admet notamment notre division des tortues en Athèques (Tortues Luth ou à cuir) et Thécophores (toutes les autres). J'aurai prochainement l'occasion de revenir sur ce sujet, car j'ai moi-même à l'impression un mémoire original sur ce curieux groupe, représenté jadis en Belgique par des formes gigantesques *(Psephophorus rupeliensis* = *Sphargis rupeliensis* de M. P. J. Van Beneden).

Peltochelys ou Tretosternum (2) **?** — MM. R. Lydekker et G. A. Boulenger croient que la tortue de Bernissart que j'ai appelée *Peltochelys Duchasteli* n'est autre chose que le *Tretosternum Bakewelli* de sir R. Owen; ils pensent aussi que cet animal n'est pas Pleurodère, mais Cryptodère (et probablement de la famille des *Chelydridæ*).

Sur le premier point, je répondrai qu'en tout cas *Peltochelys* ne rentre point dans le type *dactylosterne* de M. Cope. De plus, même si l'identité *Peltochelys* = *Tretosternum* était définitivement prouvée, je crois que *Peltochelys* devrait être le nom à

(1) A. S. Woodward. *One Leathery Turtles, recent and fossil, and their occurrence in British eocene deposits.* Proc. Geologists' Assoc., 1887, vol. X, n° 1.

(2) R. Lydekker et G. A. Boulenger. *On Chelonia from the Purbeck, Wealden and London clay.* Geological Magazine, juin 1887, p. 270.

conserver, bien que le plus récent ; car, comme MM. Lydekker et Boulenger l'ont démontré, les caractères attribués par sir R. Owen à *Tretosternum* sont de pure fantaisie ; ce dernier genre n'aurait donc pas de diagnose réelle.

Quant au second point, les raisons développées par MM. G. A. Boulenger et R. Lydekker semblent montrer que leur opinion est la bonne. Néanmoins, avant de me rallier complètement à leur manière de voir, je réexaminerai le fossile de Bernissart convenablement préparé.

Enfin, ces naturalistes me font remarquer que le terme *Pachyrhynchus*, que j'ai employé pour une tortue d'Erquelinnes, avait déjà été utilisé. C'est ce dont je me suis aperçu et j'ai, depuis, transformé *Pachyrhynchus* en *Erquelinnesia*.

Pour terminer MM. Boulenger et Lydekker croient avoir rencontré, dans l'argile de Londres, mon *Pseudotrionyx Delheidi* du bruxellien de Melsbroek (près Vilvorde). Ils pensent qu'on pourrait créer une famille pour lui. J'avais hésité jusqu'à présent ; mais, effectivement, on serait en droit de former, pour le contenir, les *Pseudotrionycidæ*.

Chondrosteus (1). — C'est un Ganoïde éteint du groupe des *Chondrostei*, qu'on rencontre daus le lias.

Par l'absence d'armure dermique, la forme générale du corps, la structure et la disposition des nageoires, il ressemble à *Polyodon*.

Par l'absence d'un long museau en spatule et de dents, et par la bouche protractile notamment, il ressemble à *Acipenser* (Esturgeon).

Par d'autres points, il rappelle *Palæoniscus*, qui était pourtant si bien cuirassé.

Mammifères jurassiques (2). — Le professeur O. C. Marsh décrit les types suivants de Mammifères jurassiques :

Plagiaulacidæ : *Allodon, Ctenacodon.*
Dryolestidæ : *Dryolestes, Stylacodon, Asthenodon, Laodon.*
Diplocynodontidæ : *Diplocynodon, Docodon, Enneodon.*
Spalacotheridæ : *Menacodon.*
Tinodontidæ : *Tinodon.*

(1) R. H. Traquair, *Notes on* Chondrosteus acipenseroides, *Agassiz*. Geological Magazine, juin 1887, p. 248.

(2) O. C. Marsh. *American Jurassic Mammals*. Amer. Journ. Sc. (Silliman), avril 1887, p. 327.

TRICONODONTIDÆ : *Triconodon, Priacodon.*
PAURODONTIDÆ : *Paurodon.*

Il y a deux ordres de Mammifères jurassiques, selon le naturaliste américain : PANTOTHERIA et ALLOTHERIA.

Les caractères des PANTOTHERIA sont : 1. Hémisphères cérébraux lisses ; 2. Dents au nombre de 44 ou plus; 3. Canines à deux racines; 4. Prémolaires et molaires imparfaitement différenciées; 5. Rameaux de la mandibule non synostosés à la symphyse; 6. Gouttière mylohyoïdienne sur la face interne de la mandibule; 7. Angle de la mandibule sans inflexion; 8. Condyle de la mandibule au même niveau que les dents; 9. Condyle vertical ou arrondi, non transverse.

Les *Dromotheridæ* triasiques rentraient également dans cet ordre.

Les caractères des ALLOTHERIA sont : 1. Dents beaucoup au-dessous de 44; 2. Pas de canines; 3. Prémolaires spécialisées; 4. Pas de gouttière mylohyoïdienne; 5. Angle de la mâchoire infléchi.

Les *Microlestidæ* triasiques rentraient également dans cet ordre.

Les Mammifères placentaires actuels (comme l'a déjà dit Huxley) ne dériveraient point d'ancêtres Marsupiaux; les types modernes les moins éloignés de la forme-souche seraient les Insectivores.

Les Marsupiaux actuels auraient pour forme la moins différenciée le Kangurou-Rat *(Hypsiprymnus)*.

L'œil pinéal (1). — M. Ch. Julin revient sur cette question. Voici ses conclusions :

1. La glande pinéale des Vertébrés doit être considérée comme représentant le rudiment d'un œil impair.

2. Il nous paraît établi, par l'étude de l'organe épiphysaire chez le *Petromyzon* (lamproie), que, chez les ancêtres de nos Poissons actuels, il a dû exister un œil pinéal hautement organisé.

3. Il ne reste guère de doute que chez les Labyrinthodontes, ancêtres des Amphibiens actuels, l'œil pinéal n'ait existé et qu'il n'y fût hautement différencié.

4. La présence du trou pariétal, dans un groupe de Vertébrés, indique la présence de l'œil pinéal dans ce groupe.

(1) C. Julin. *De la signification morphologique de l'épiphyse (glande pinéale) des Vertébrés.* BULL. SC. NORD. FRANCE, mars-avril 1887.

5. L'œil impair des Urochordés (Tuniciers) en général est bien homologue à l'œil pinéal des Vertébrés.

6. Il existe chez certaines formes d'Urochordés, Pyrosomes et Salpes, que l'on est en droit de considérer comme se rapprochant le plus du type primitif, un œil impair, dorsal et médian, qui, par sa structure, présente les plus frappantes analogies avec l'organe pinéal des Vertébrés et surtout des Lacertiliens. Je pense, en outre, que l'étude du développement nous apprendra que cet œil impair des Pyrosomes et des Salpes provient, tout comme l'œil pinéal des Vertébrés et l'œil impair larvaire des Ascidiens, d'un diverticule de la voûte de la vésicule cérébrale.

7. Je crois pouvoir conclure que, chez le type Protochordé qui qui a donné naissance aux Urochordés, aux Céphalochordés et aux Vertébrés, il existait vraisemblablement à la voûte de la vésicule cérébrale, un organe de sens, probablement dépendant du cerveau et formé par une vésicule épithéliale, dont la paroi superficielle constituait un cristallin, tandis que la paroi interne, constituant la rétine, était unie au cerveau. Cet organe s'est maintenu chez les Céphalochordés (?), les Urochordés et tous les Vertébrés, en subissant dans chacun de ces groupes des modifications diverses. Il constitue l'œil impair des Urochordés et des Céphalochordés, et l'organe connu jusqu'à ce jour chez tous les Vertébrés sous le nom d'épiphyse ou glande pinéale.

Je souscris volontiers à ces conclusions, spécialement à celle inscrite sous le n° 2. Oui, les Poissons archaïques ont dû avoir un œil pinéal hautement organisé, et probablement cet œil a dû précéder les yeux pairs, puisque la tache pigmentaire — unique — d'*Amphioxus* semble être homologue à l'œil pinéal. Bien plus, je crois que ces Poissons archaïques ne sont autre chose que les *Placodermes du vieux grès rouge;* car :

1. Chez ces Poissons, il n'y a pas d'orbites paires et, comme ils sont associés avec d'autres animaux pourvus d'organes de vision bien développés, on ne peut admettre qu'ils soient aveugles. Par contre, ils ont un énorme trou pariétal, renfermant, à son intérieur, des ossifications peut-être comparables aux ossifications sclérotiques.

2. Ces Poissons sont très primitifs, puisqu'il paraît certain, au moins pour certains d'entre eux, qu'ils n'avaient pas de mandibule (caractère remontant au moins au stade Cyclostome !). De plus, ils sont tellement aberrants, qu'on n'a jamais su qu'en faire. Enfin, ils sont très anciens.

Je crois que c'est pour les *Vertébrés monophtalmes* qu'on

devrait constituer un groupe spécial, à placer entre les Cyclostomes et les Leptocardiens. Je me propose, d'ailleurs, d'étudier cette question en détail.

Curieux trait de parallélisme entre l'œil pinéal et les yeux pairs :

1. Œil pinéal bien développé *(Placodermes ?)*.	1. Yeux pairs bien développés. (Vertébrés en général).
2. Œil pinéal rudimentaire.	2. Yeux pairs rudimentaires.
α. Simplement placé sous la peau *(Hatteria)*.	α. Simplement placés sous la peau *(Chrysochlore)*.
β. Avec orbite pinéale (trou pariétal) refermé par-dessus *(Crocodile)*.	β. Avec orbites refermés par-dessus *(certaines Cécilies)*.

Cela est le mode de dégénérescence des yeux par *microphtalmie* graduelle. Il y en a un autre où l'organe conserve ses dimensions (ou même les voit s'agrandir), mais avec transformation de ses parties constituantes *(Ipnops)*; nous n'avons pas à en parler aujourd'hui.

Les Dipnoi (1). — Outre le *Ceratodus*, bien connu, quoique le plus récemment découvert, il y a encore, parmi ces curieux Poissons qui respirent tantôt par des branchies et tantôt par des poumons, *Protopterus* et *Lepidosiren*. Comme on a douté de l'existence de ce dernier (connu seulement par quatre exemplaires) en tant que genre distinct, voici ses caractères comparés à ceux de *Protopterus* :

Lepidosiren.	*Protopterus.*
1. Quatre fentes branchiales.	1. Cinq fentes branchiales.
2. Pas de franges aux nageoires ; de simples axes.	2. Quelques franges aux nageoires, mais sans comparaison possible avec celles de *Ceratodus*.
3. 56 côtes.	3. 30 à 35 côtes.
4. Habitat : Amérique.	4. Habitat : Afrique.

L'Autotomie (2). — On peut donner le nom d'*Autotomie* à la mutilation par voie réflexe que l'on observe chez beaucoup de Reptiles (lézards, orvet), de Crustacés, d'Arachnides, d'Insectes,

(1) G. Baur. *Ueber* Lepidosiren paradoxa, *Fitzinger*. SPENGEL'S ZOOLOGISCHE JAHRBÜCHER, 1887, p. 575.

(2) L. Frédericq. *L'autotomie chez les Étoiles de mer*. REVUE SCIENTIFIQUE, 7 mai 1887. — A. Giard, *L'autotomie dans la série animale*. REVUE SCIENTIFIQUE, 14 mai 1887.

d'Échinodermes et qui permet à ces animaux d'échapper à leurs ennemis par le sacrifice du membre ou de l'extrémité qui les retenait prisonniers.

Puisque l'autotomie s'observe chez les Vertébrés, il ne sera peut-être pas déplacé d'en parler ici d'une manière générale.

Ce curieux moyen de défense peut fort bien être étudié chez le Crabe. Il suffit d'irriter fortement par compression, section, brûlure, action chimique ou électrique, le nerf mixte qui donne à la patte sa sensibilité et sa motilité, pour provoquer par voie réflexe des contractions musculaires qui amènent la rupture de la patte près de sa base.

On peut ainsi provoquer l'une après l'autre la rupture des dix pattes du Crabe. La volonté de l'animal n'y est pour rien. Un Crabe simplement attaché par la patte n'aura pas l'idée de se délivrer par le sacrifice du membre captif. L'ablation des masses nerveuses sus-œsophagiennes, l'anesthésie par le chloroforme n'abolissent pas le réflexe de rupture : l'intégrité de la masse nerveuse ventrale est nécessaire à sa production.

Selon M. L. Frédericq, d'après qui nous avons écrit les lignes qui précèdent, on connaîtrait des exemples d'autotomie chez les Vertébrés (Reptiles), Mollusques (Lamellibranches, Gastéropodes), Arthropodes (Crustacés, Arachnides, Insectes), et Échinodermes (Holothurides, Stellérides, Crinoïdes).

M. Giard y ajoute, les Cœlentérés, les Géphyriens, les Annélides, les Némertiens, les Entéropneustes. Notre savant maître distingue, en outre, diverses catégories d'autotomies :

Autotomie	défensive	*érasive* (Crustacés, Insectes, *Balanoglossus).*
		économique (Synapte, *Phoronis,* Némertiens).
	reproductrice	(hectocotylisation des bras de Céphalopodes ; reproduction schizogoniale des Stellérides).

Il sépare aussi l'*autotomie générale*, quand elle s'opère, comme chez les Némertiens, en un point quelconque du corps, et l'*autotomie localisée,* quand la section se fait en un point précis, comme pour les pattes des Crustacés décapodes.

Enfin, à côté de l'autotomie des organes et des systèmes d'organes, il existerait, d'après lui, une *autotomie plastidaire* ou *cellulaire.*

Cœlurus (1). — C'est un Dinosaurien carnivore (triasique selon Cope, jurassique selon Marsh) de la taille du lévrier. Il est remarquable par la longueur de son cou, qui est comparable à celui d'un cygne. La plupart de ses os sont creux et leurs parois sont extrêmement minces. Il y a quatre vertèbres sacrées. Les phalanges sont allongées. Les premières vertèbres caudales seules portent des os chevrons. Il n'y a pas de troisième trochanter au fémur. L'humérus est sensiblement plus court que ce dernier os. Les phalanges unguéales sont comprimées, fortement recourbées et étaient susceptibles de mouvements d'extension et de flexion étendus.

Cœlurus semble avoir été un reptile terrestre qui progressait principalement à l'aide des membres postérieurs; c'était probablement un grand sauteur.

L. Dollo.

(1) E. D. Cope. *The Dinosaurian Genus Cœlurus.* American Naturalist, avril 1887.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CIV, avril, mai et juin 1887.

N° 14. **Fizeau** trouve une relation entre l'aberration produite dans une lunette, dirigée, sans miroir, vers une étoile, l'aberration produite dans cette lunette dirigée, avec le miroir, vers l'étoile, et enfin l'aberration produite par la réflexion sur le miroir. La discussion de cette relation conduit à des conclusions qui prouvent que le principe de la méthode de Loewy pour trouver la constante de l'aberration est exact. Une autre conclusion que l'on peut en déduire, c'est que l'angle d'incidence n'est pas absolument égal à l'angle de réflexion, quand la surface réfléchissante est en mouvement. **Faye** : Le calme central dans les tempêtes ressemble jusqu'à un certain point à celui qui existe à l'intérieur d'une masse liquide animée d'un mouvement de rotation dans un vase dont on a brusquement ouvert la paroi inférieure : le liquide se creuse en entonnoir de manière à laisser au centre une partie entièrement libre où l'air supérieur s'engouffre. **Brown-Séquard** : La peau du cou possède, comme le larynx, mais à un moindre degré, la puissance d'inhiber la sensibilité. Le larynx, la trachée et peut-être la peau qui les couvre possèdent la puissance de causer la mort, sous une irritation mécanique, de la même manière que le bulbe rachidien. Dans les deux cas, il y a perte de connaissance, diminution et même (mais assez rarement) perte soudaine et très rapide de l'action du cœur : diminution ou perte complète des mouvements

respiratoires; arrêt des échanges entre les tissus et le sang. **Zenger** croit devoir attribuer le parallélisme des phénomènes sismiques du mois de février de cette année et des perturbations atmosphériques, électriques et magnétiques à des décharges d'électricité cosmique. **G. de Longchamps** (voir aussi n° 10). On peut exprimer au moyen des intégrales elliptiques l'arc de toutes les cubiques unicursales circulaires. **D'Arsonval.** L'électricité entraîne la mort par action directe, ou par action indirecte, en agissant sur les centres nerveux. Dans ce dernier cas, la mort n'est souvent qu'apparente, et l'on a de grandes chances de ramener l'individu foudroyé à la vie en pratiquant la respiration artificielle. **Brown-Séquard** : Le meilleur moyen pour cela consiste dans l'application d'un courant faradique aux côtés du larynx sur la peau humide ou superficiellement incisée. **J.-A. Muller** a trouvé un carbonylferrocyanure de potassium $FeCy_2COCy_3K_3$, qui vient à l'appui de la formule de structure, à anneau hexagonal de carbone, pour les ferrocyanures, proposée par Friedel. **Freire, Gibier** et **Rebourgeon**: La mortalité est dix fois moindre (un pour mille) parmi les personnes soumises à l'inoculation préventive contre la fièvre jaune que parmi ceux qui n'ont pas été inoculés.

N° 15. **Faye** : Les tornados ou trombes, les orages et les grêles sont de simples épiphénomènes greffés sur les cyclones; leurs trajectoires n'ont, en général, aux États-Unis, aucun rapport, ni avec les isobares, ni avec les flèches du vent; ces trajectoires, relativement courtes, sont parallèles aux immenses trajectoires des cyclones à l'instant où ces fléaux locaux se produisent. Ces épiphénomènes des cyclones se produisent toujours sur le flanc droit de ceux-ci. **Oppermann** : Les tremblements de terre peuvent être causés par la subite expansion de la vapeur d'eau pénétrant brusquement d'une cavité souterraine dans une autre où la température est légèrement plus élevée. **Thollon** est mort. C'est lui qui a prouvé d'une manière simple l'influence du mouvement d'une source lumineuse sur la réfrangibilité des rayons qui en émanent. **G. Humbert** : Toute courbe algébrique dont l'arc peut s'exprimer par une fonction algébrique des coordonnées est la développée d'une courbe algébrique. **Weyher** a pu réaliser une trombe complète expérimentalement. **Venukoff** : Les côtes sud-ouest de la Finlande sont soumises à un soulèvement continu.

N° 16. **Janssen** : L'oxygène présente deux ordres de phénomènes d'absorption; le second système consiste en bandes

sombres se développant suivant le carré de la densité du gaz expérimenté. D'après cette loi, une nébuleuse, d'un diamètre égal à dix fois celui de l'orbite terrestre et contenant de l'oxygène à une très faible densité, pourrait être traversée par un faisceau de lumière sans que son spectre présentât les bandes de ce gaz. De l'absence d'une raie, on ne peut donc pas toujours conclure l'absence de l'élément correspondant. **Lippmann** : La résistance électrique spécifique du mercure en unités électrostatiques absolues peut servir d'étalon dans la mesure du temps, parce que cette quantité est du premier degré par rapport au temps, du degré zéro par rapport aux autres unités. On peut imaginer un appareil composé d'un condensateur et d'une résistance permettant de mesurer la quantité dont il s'agit. **Colladon** rapporte des observations et des expériences sur les trombes marines et terrestres qui ne semblent pas s'accorder avec la théorie de M. Faye. (Au n° 17, réplique M. Faye). **L. Henry** expose une ingénieuse méthode de détermination de la valeur relative des quatre unités d'action chimique de l'atome de carbone. L'application partielle de la méthode l'a conduit, jusqu'à présent, à des résultats tendant à prouver l'identité fonctionnelle de l'atome de carbone dans ses quatre points d'attache. (Voir, à ce propos, les notes du même auteur, n°s 17, 19, sur l'acétonitrile et l'acide acétique synthétiques, corps employés par M. Henry dans les recherches signalées ici). **J. Steiner** : Les canaux semi-circulaires ne sont pas les organes qui permettent aux poissons de s'orienter. **E. Rivière** vient de trouver une nouvelle station néolithique au Chemin vert, commune de Chaville (Seine-et-Oise).

N° 17. **Colladon** : La foudre frappe de préférence les arbres dont la base ou les racines sont près d'une source, d'un petit étang, d'un courant d'eau visible ou situé à peu de profondeur sous le sol ; si l'arbre frappé est sain, il ne présente pas de trace de carbonisation. **Jaccoud** : Le refroidissement est une cause efficace de pneumonie aiguë, contrairement à l'opinion de ceux qui attribuent cette maladie à la pénétration accidentelle dans l'organisme de microbes spécifiques. **Amagat** : Une augmentation suffisante de pression ou de température tend à faire rentrer l'eau dans le cas ordinaire des autres liquides ; vers 3000 atmosphères, disparaissent les dernières traces des perturbations des lois générales résultant de l'existence du maximum de densité. **Jammes** : Dans les pays où l'opium est en usage, il n'est pas rare de voir, chez les fumeurs, des animaux devenus morphinomanes, par suite de leur séjour habituel dans les vapeurs de l'opium.

N° 18. **Gosselin**, chirurgien éminent, né à Paris le 16 juin 1815, est mort à la fin d'avril ou au commencement de mai 1887.

N° 19. **Studer**, géologue suisse, vient de mourir à Berne, le 2 mai 1887, à l'âge de quatre-vingt-treize ans. **Faye** : Le cyclone d'Aden, marchant vers l'ouest, avec déviation vers le sud, a dû forcément avoir une faible durée, à cause de cette direction, différente de celle des grands courants aériens supérieurs. **Berthelot** et **André** : La terre végétale possède la propriété d'émettre spontanément de l'ammoniaque, en raison de la décomposition lente, mais nécessaire, des composés amidés et ammoniacaux qu'elle renferme ; décomposition accomplie à la fois sous l'influence des actions purement chimiques dues à l'eau, aux carbonates terreux et, sans doute aussi, sous l'influence des actions physiologiques, attribuables aux fermentations, aux microbes, à la végétation proprement dite, toutes causes agissant continuellement dans la nature. Cette émission résulte en grande partie de réactions non réversibles, c'est-à-dire non susceptibles d'être limitées par un équilibre résultant d'actions chimiques inverses. L'ammoniaque relativement abondante de la rosée vient en partie du sol ; celle des brouillards et des neiges condensées à la surface des villes tire surtout son origine des habitations humaines. **Caspary** (aussi n° 18) est parvenu à établir, d'une manière relativement élémentaire, les propriétés fondamentales des fonctions thêta. **Stanoiéwitch** : Le réseau photosphérique solaire n'est autre chose que la photographie directe de maxima et minima barométriques de l'atmosphère solaire. **Ch. Lagrange**. On peut considérer comme renfermant la théorie des variations diurnes du magnétisme terrestre, le théorème suivant : Dans les différentes couches de l'atmosphère et de la terre, le point qui a le soleil au zénith est un centre d'expansion des courants. Ceux qui en émanent dans toutes les directions sont déviés à l'ouest par l'action magnétique de la Terre ; leur ensemble se déplace avec le centre d'expansion, et c'est à eux que sont dues les variations diurnes de l'aiguille aimantée. **L. Henry**. L'acide acétique est un, toujours identique à lui-même, quelle que soit son origine. L'acide acétique monochloré et l'acide malonique sont aussi l'un et l'autre un, toujours identiques à eux-mêmes, ne formant qu'une seule variété, quelle que soit la nature de l'acide acétique dont ils proviennent. De même (n° 17), l'acétonitrile synthétique (obtenu par action du cyanure de potassium sur l'iodure de méthyle en présence des alcools méthylique ou éthylique) est parfaitement identique à

celui qui provient de la déshydratation de l'acétamide. **Charbonnel-Salle** : La vessie natatoire des poissons peut être comprimée par les muscles du tronc au même titre que les autres organes contenus dans la cavité abdominale. Contrairement aux théories classiques, les changements de volume qu'elle subit n'ont aucune signification fonctionnelle ; ils n'aident nullement les poissons dans les changements de niveau ou de direction.

N° 20. **Boussingault**, l'un des principaux fondateurs de la chimie agricole, né vers 1802, est mort le 11 mai 1887. **Fizeau** : Il peut se produire, par une sorte de mirage acoustique, des inflexions dans la direction des sons, qui doivent parfois rendre inefficaces les signaux sonores en usage dans la navigation. **Chauveau** et **Kauffmann** ont fait des expériences (voir aussi n°s 17, 21 et 25) précises mettant hors de doute les grandes différences qui existent entre les coefficients d'activité nutritive et respiratoire dans les muscles, suivant qu'ils sont en repos ou en travail. **Ch. Lagrange** déduit des lois énoncées par lui, relativement au magnétisme terrestre, l'explication de la coïncidence des pôles magnétiques avec les pôles de froid. **Gurnaud** : Suivant le mode d'exploitation d'une forêt, on peut avoir des arbres de haute futaie, formés au centre de couches ligneuses minces, cornées, imputrescibles, résistant aux insectes, ou des arbres d'une longévité inférieure dont la partie centrale, insuffisamment lignifiée, se compose de couches épaisses, poreuses, putrescibles, sujettes à se piquer au cœur. Les repeuplements naturels, avec mélanges d'essences diverses et d'arbres d'âges différents, sont favorables à la production des premiers ; les repeuplements artificiels, à celle des seconds.

N° 21. **Vulpian**, le physiologiste, est mort âgé d'environ 62 ans. Parmi ses nombreux ouvrages et mémoires, on peut citer surtout ses *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux*. **Bouchard** est élu membre de l'Académie.

N° 22. **Bouquet de la Grye** : Les courants qui s'établiront dans le futur canal de Panama ne pourront dépasser deux nœuds et demi. Cette vitesse, qui ne peut être atteinte tous les ans que pendant quelques heures, ne paraît pas de nature à gêner la navigation des bateaux à vapeur. **Quantin** : En Tunisie, il y a des sols où l'acide phosphorique fait défaut, ce qui s'explique par ce fait qu'ils ont produit de tout temps des céréales sans jamais récupérer l'acide phosphorique exporté. Mais, en d'autres endroits, on trouve des gisements de phosphate. On pourra donc rétablir l'antique fertilité disparue dans les pre-

miers sols, par l'emploi des phosphates. **Rolland**. Dans l'Oued Rir', grande région d'oasis au sud de Biskra, il y a une nappe artésienne souterraine, qui s'écoule d'un mouvement lent du nord au sud, tandis que les eaux superficielles ont une direction contraire. Quand on saigne modérément, par des puits artésiens, cette artère souterraine, on ne lui enlève par là que son trop plein, qui, sans cela, se perd dans les terrains avoisinants, y vient à la surface du sol et enfin s'évapore. **Quinquaud** : Le refroidissement lent d'un organisme vivant produit une suroxygénation progressive du sang artériel, qui modifie la nutrition des éléments nerveux et est la cause partielle d'un état d'hyperexcitabilité réflexe de la moelle épinière. **Chibret** : Le régime lacté modifie profondément la constitution de l'albumine du sang, augmente la sécrétion de l'urée, et réduit la proportion des déchets azotés insuffisamment oxydés.

N° 23. **Cailletet** et **Mathias** ont étudié la densité de l'acide sulfureux à l'état liquide et à l'état gazeux. En représentant par une courbe la relation qui lie la densité et la température dans les deux cas, on trouve qu'elle est symétrique, par rapport à un diamètre rectiligne (conjugué aux cordes parallèles à l'axe des densités) et que le point critique est à 156 degrés. **Bertrand** a trouvé une relation fournissant très exactement la tension p maxima des vapeurs à toute température (absolue) T, pour tous les liquides. Cette formule est $\log p = \log G + 50 \log (T - \lambda) - 50 \log T$, λ et G étant des constantes spécifiques pour chaque liquide. **Cloué** : De nombreuses expériences récentes prouvent que réellement l'huile répandue sur la mer diminue considérablement le dangereux effet des grosses lames, en supprimant le brisant qui les couronne. La dépense d'huile est insignifiante : un litre, deux litres, trois litres par heure, au maximum. **Trélat** : L'emploi de la méthode antiseptique a au moins doublé le nombre des guérisons, dans le cas des grandes opérations chirurgicales ; les guérisons se font cinq fois plus rapidement. Les petites opérations réussissent si bien que souvent un seul pansement suffit. **A. Laboulbène** : L'eau est le véhicule ordinaire des œufs d'Ascaride. **L. Henry** : L'hydrogène du chaînon médian de l'acide cyanoacétique présente le caractère basique. **Teissier** : La diphtérie est une maladie surtout infectieuse, dont le germe, transmis par l'intermédiaire des poussières atmosphériques, a pour voie d'absorption essentielle les organes respiratoires. Les poussières émanées des fumiers, dépôts de chiffons ou de paille, sont particulièrement

suspectes, ceux-ci constituant d'excellents milieux de culture pour le germe pathogène; les pigeons et la volaille, qui sont susceptibles de contracter la diphtérie, sont très probablement les agents les plus actifs de l'ensemencement de ces milieux infectieux. Principale cause adjuvante : le refroidissement ; autre cause adjuvante : l'humidité de l'air.

N° 24. **Poincaré** publie une notice sur **Laguerre** où il signale particulièrement les travaux de ce géomètre sur la géométrie supérieure (transformation métrique des figures, interprétation géométrique des imaginaires), application de la théorie des invariants, courbes anallagmatiques, la géométrie infinitésimale et la théorie géométrique de l'addition des fonctions elliptiques, celle des systèmes linéaires (généralisation des quaternions), la géométrie de direction (demi-cercles, cycles, etc.), la théorie des invariants différentiels et enfin les équations algébriques. **Quatrefages** vient de publier un ouvrage sur les Pygmées, où il montre ce qu'il y a de vrai dans les assertions des auteurs anciens, Hérodote, Ctésias, Pline, etc., relativement aux petites races d'hommes. En laissant de côté les Tasmaniens et les Australiens, on peut réunir toutes les populations nègres de l'Asie, de la Malaisie et de la Mélanésie caractérisées par la petitesse de la taille et par une brachycéphalie relative, dans un rameau *négrito*, opposé au rameau papoua. La race négrito, dont les Mincopies des îles Andamans présentent le type inaltéré depuis des siècles, s'étend du golfe de Bengale jusqu'à l'extrémité orientale de la Nouvelle-Guinée, et de Ceylan à l'Himalaya. Sur le continent, elle a laissé ses traces depuis les vallées du haut Brahmapoutre jusqu'au lac Zerrah, dans le Sedjistan. A peu près partout, cette race s'est fondue avec d'autres races : c'est de ce mélange, continué pendant bien des siècles, que sont sorties les populations dravidiennes de l'Inde, qui, selon la prédominance de tel ou tel type ethnique, passent par des nuances insensibles, de l'un à l'autre des trois types fondamentaux de l'humanité. On retrouve, dans les castes inférieures de l'Inde, de véritables Négritos présentant les caractères de la race aussi accusés que n'importe quelle tête mincopie. M. Hamy a reconnu, en Afrique, l'existence d'une race noire présentant les mêmes caractères que la race négrito, la race négrille, constituant le correspondant de celle-ci au point de vue géographique et anthropologique. Depuis l'antiquité, la race négrille est de plus en plus refoulée vers le sud ; elle est en voie de décroissance, et se fond dans les populations environnantes

en donnant naissance à des races métisses. Les Boschimans forment une race différente des Négritos et des Négrilles ; leurs métis sont les Hottentots. Voici la taille moyenne des peuples pygmées,en y ajoutant les Lapons comme terme de comparaison:

Lapons.	1m,550	Akkas (Ouellé).	1m.356
Aetas (Philippines).	1 ,413	Tribus diverses (Gabon).	1 ,439
Mincopies.	1 ,358	Batouas (Congo).	1 ,300
Tribus diverses (Malacca).	1 ,507	Boschimans.	1 ,370

L'auteur a résumé dans son livre tout ce que l'on sait des caractères physiques, intellectuels, religieux et moraux des Pygmées. Chez les Boschimans et les Mincopies, peuplades placées bien près des derniers degrés de l'échelle sociale, et que l'on croyait absolument dépourvues d'idées religieuses, on a trouvé deux mythologies fort différentes, mais également remarquables par un mélange fort curieux de notions élevées et de conceptions aussi bizarres que puériles. **Maquenne** : L'inosite est un alcool hexatomique à fonction simple. Ce n'est pas un polyphénol, mais une mannite à chaîne fermée. **Fokker**. Le protoplasma d'un animal récemment tué peut, sans se décomposer, produire des fermentations. **M. Bertrand** : La Provence, contrairement à l'apparence, se trouve être un des pays où il y a le plus de plissements géologiques ; ils sont masqués par la dénudation qui a fait disparaître une grande partie de ces phénomènes. **Dareste** : Les bœufs à tête de bouledogue sont nombreux en Europe ; ils n'ont pas de caractères fixes ; mais ils pourraient peut-être en acquérir, comme les bœufs camus de l'Amérique du Sud, si on les conservait pour la reproduction, afin d'étudier expérimentalement les limites de la variabilité des formes vivantes.

N° 25. **Chauveau** et **Kauffmann** : Un muscle mis, par la section de son tendon terminal, dans l'impossibilité de faire aucun travail mécanique utile, continue à se contracter régulièrement avec les autres organes musculaires auxquels il est lié synergiquement, pendant toute la durée des actes physiologiques à l'exécution desquels le groupe musculaire est préposé. Aussi longtemps que dure ce fonctionnement stérile, l'organe continue à être le siège d'un surcroît considérable de travail chimique. Une faible augmentation dans l'échauffement du muscle compense ou tend à compenser, dans le muscle à tendon coupé, le travail mécanique supprimé. Dans le muscle, comme dans la machine à feu, la majeure partie de l'énergie résultant du travail chimique

semble donc dépensée à la mise en tension de l'appareil de mouvement. **Verneuil** est élu membre de l'Académie.

N° 26. **Perrier** : La méthode des échanges de signaux lumineux, employée dans les travaux de la jonction astronomique et géologique entre l'Algérie et l'Espagne, a donné des résultats aussi exacts que la méthode télégraphique. Certains signaux ont pu être aperçus à l'œil nu à une distance de 225 kilomètres. **P. Regnard** et **P. Loye**, ayant pu étudier un supplicié, immédiatement après la décapitation, sont arrivés aux conclusions suivantes : 1° Aucun signe de vie consciente n'a pu être décélé deux secondes après la décollation : 2° Les mouvements réflexes ont pu être provoqués, par l'irritation de la cornée, depuis la sixième seconde après l'exécution. Les battements du cœur ont duré pendant vingt-cinq minutes dans les ventricules et pendant une heure dans les oreillettes.

P. M.

Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Jahrgang 1886. Berlin, 1886. Reimer.

Les *Bulletins* de l'Académie de Berlin, pour la section des sciences mathématiques, physiques et naturelles, forment, en 1886, un volume grand in-octavo, de IV-860 pages, accompagnées de dix-sept planches et renfermant soixante-quatre communications diverses, dont voici les titres avec quelques notes sommaires :

1. **Is. Steiner.** Sur le cerveau des poissons osseux. L'auteur enlève avec une pince coupante une sorte de rondelle de la partie supérieure du crâne du poisson, avec la peau qui la recouvre, et renverse d'avant en arrière cette rondelle sans la détacher, c'est-à-dire en la laissant suspendue pour ainsi dire au tégument de la partie intacte du crâne. Il retire le tissu adipeux qui cache l'encéphale et pratique l'ablation des lobes cérébraux; puis il rabat la rondelle crânienne sur l'ouverture, fixe par un point de suture le tégument qui la recouvre à la peau de la partie antérieure du crâne et, quant aux bords de l'orifice,

il les recouvre, après les avoir bien séchés, d'une couche de gélatine qu'il solidifie avec une solution concentrée de tanin. Le poisson est alors replacé dans l'eau courante. Les poissons survivent à l'opération dans ces conditions. Trois poissons opérés depuis six semaines, des chevaines *(Squalius cephalus)* pouvaient être considérés comme guéris. Un poisson ainsi opéré ne présente presque aucune modification de la manière d'être des poissons intacts de la même espèce, et cela presque dès les premiers moments après l'opération. Il exécute évidemment des mouvements volontaires. Si on lui jette une larve de mouche (asticot), il se précipite sur elle, la saisit avec sa bouche et l'avale; si la larve est jetée loin de lui, il la trouve facilement et s'en saisit. Si on laisse tomber dans l'eau un bout de ficelle d'une dimension à peu près semblable à celle de la larve, le poisson se précipite sur ce morceau, le prend dans sa bouche et le rejette aussitôt, ou bien, il s'en détourne avant de l'avoir atteint (Vulpian, *Comptes rendus*, 1886, t. CII, pp. 1527-1528). On peut résumer, comme il suit, ce qui est maintenant connu sur le cerveau des vertébrés. 1. Chez les poissons, les mouvements volontaires et la faculté de chercher leur nourriture résident dans l'encéphale moyen (c'est-à-dire dans la partie de l'encéphale située derrière le cerveau proprement dit, en appelant ainsi la partie de l'encéphale qui est située devant les lobes optiques). 2. Chez les amphibies, ces fonctions dépendent du cerveau; la vision, de l'encéphale moyen. 3. Pour les reptiles, on ne sait rien encore. 4. Chez les oiseaux, la vision se rattache déjà au cerveau, mais non la sensibilité de la peau. 5. Chez les mammifères, celle-ci dépend déjà partiellement du cerveau.

2. **J. Brock.** Rapport sur un voyage zoologique dans l'archipel indien, en 1884-1885. Plus de cent espèces nouvelles de vertébrés inférieurs.

3. **M. Websky.** Construction approximative d'arcs de grand rayon dans la projection stéréographique.

4. **G. Volkens.** Sur la flore du désert arabico-égyptien. Maintes plantes du désert, pendant la période pluvieuse (février et mars) et immédiatement après, sécrètent un mélange salin hygroscopique, qui leur permet de condenser l'humidité de l'air et de l'utiliser pendant la période de sécheresse.

5. **J. Weingarten.** Sur les déformations infiniment petites d'une surface flexible, mais inextensible.

6. **D. Biondi.** Sur la formation embryonnaire du visage, sur e bec-de-lièvre et sur la gueule-de-loup.

7. **G. Fritsch.** Les parasites du silure électrique. L'auteur en a trouvé appartenant à quatre genres différents, ce qui semble bien singulier, au moins pour l'un *(Filaria piscium)* qui se trouve parfois jusque dans l'organe électrique même, comme s'il était à l'abri des décharges, ou s'il y était habitué.

8. **H. Munk.** Sur les parties de l'encéphale des vertébrés dont dépendent la vision et l'audition (Suite du mémoire 22 du volume de 1884, du mémoire 34 du volume de 1883). Réponse à diverses objections; expériences nouvelles.

9. **N. Pringsheim.** Sur l'élimination de l'oxygène par les plantes, dans le microspectre. L'influence des rayons rouges entre les raies B et C, dans la décomposition de l'acide carbonique, a été exagérée.

10 et 56. **H. Landolt.** Sur la durée de la réaction entre l'acide iodique et l'acide sulfureux (Suite de l'article 16 de 1885).

11. **W. Waldeyer.** Contributions à l'anatomie normale et comparée du pharynx, particulièrement dans ses rapports avec le mécanisme de la déglutition.

12. **L. Kronecker.** Sur la théorie des genres de fonctions rationnelles de plusieurs variables.

13. **B. Baginski.** Sur l'origine et le trajet dans l'encéphale du *Nervus acusticus* du lapin.

14. **Werner Siemens.** Sur la conservation de la force dans l'atmosphère. Essai d'explication dynamique des grands phénomènes météorologiques; existence d'une zone de partage des vents dominants (les uns vers le nord, les autres vers le sud) à environ trente-cinq degrés de latitude.

15. **L. Fuchs.** Sur les valeurs que les intégrales d'une équation différentielle du premier ordre peuvent prendre en des points singuliers. Étude de l'équation $z^k D_z u = F(z,u)$ aux environs de $z = 0$.

16. **H. Burmeister.** Nouvelles observations sur le Cœlodon. Rectification à un article antérieur (n° 28 de 1885).

17. **P. du Bois-Reymond.** Sur l'intégration des séries.

18. **G. Fritsch.** La peau extérieure et les organes latéraux du silure électrique.

19. **C. Rammelsberg.** Sur la nature chimique de l'Eudialyte.

20. **Fl. Ameghino.** L'Oracanthus et le Cœlodon sont des genres différents d'une seule et même famille, contrairement à l'opinion de M. Burmeister.

21. **Is. Steiner.** Sur le système nerveux central du *Scyllium canicula* et de l'*Amphioxus lanceolatus,* et sur les canaux semi-

circulaires du premier. I. Si on enlève au *Scyllium canicula* successivement les diverses parties de l'encéphale, ce n'est que lorsque l'on sépare la moelle allongée de la moelle épinière que la locomotion cesse complètement. C'est donc dans la moelle allongée, comme pour les poissons osseux et les grenouilles, que se trouve le centre de locomotion. II. Si l'on coupe en deux un Amphioxus, les morceaux remis dans l'eau se meuvent chacun régulièrement. Même résultat souvent, si l'on divise cet animal en trois ou quatre morceaux. On dirait que chaque partie jouit des propriétés de l'animal entier. III. On peut enlever au *Scyllium* les canaux semi-circulaires (tous ou en partie) avec leurs ampoules, sans provoquer aucun trouble dans les mouvements de l'animal.

22. **A. W. Eichler.** Sur la manière dont grossissent les troncs des palmiers.

23. **H. F. Weber.** Sur l'auto-induction dans un système de deux fils roulés en spirale.

24. **J. Kiessling.** Le mouvement de la fumée du Krakatau en septembre 1883.

25. **Is. Steiner.** Sur le système nerveux central du lézard vert. Recherches nouvelles sur le *Scyllium canicula*. I. Si l'on enlève successivement les diverses parties de l'encéphale au lézard vert, on reconnaît que c'est seulement quand on touche à la moelle allongée, juste derrière le cervelet, que la faculté de locomotion disparaît. Mais, après l'enlèvement du cerveau, il y a déjà abolition de la volonté et perte de la vue distincte : si on enlève la partie droite du cerveau seulement, il n'y a plus de mouvement volontaire que si l'on menace l'animal du côté de l'œil droit. Quand on enlève la partie moyenne de l'encéphale, il y a chez l'animal une tendance à se mouvoir en arrière. Enfin, si l'on enlève à l'animal la tête et le commencement du tronc, la partie restante du tronc (bassin, pattes de derrière et queue) se meut d'une manière régulière spontanément. II. La même expérience réussit avec le *Scyllium canicula* (ou le *Mustelis lævis*) à qui on coupe la tête hors de l'eau et que l'on y replace décapité. Si on fait sur l'un de ces poissons une section un peu plus en arrière, de manière à couper la moelle épinière, puis que l'on recouse la blessure, l'animal rejeté dans l'eau et qui respire régulièrement, se meut, en apparence comme s'il n'était pas blessé, pendant un jour entier. Si on lui enlève la partie moyenne du cerveau d'un côté seulement, il est forcé de se mouvoir en cercle ; si alors on lui coupe la tête, comme il est dit plus haut, le tronc décapité ne se meut qu'en cercle, contre toute attente ; car on ne peut produire

aucun mouvement de ce genre, par lésion de la moelle épinière. Il importe de remarquer que ces expériences ne contredisent pas celles qui sont rapportées plus haut (n° 21) : il y a bien, dans la moelle allongée de ces poissons, une zone où il suffit de faire une section pour anéantir tout mouvement; mais une section faite plus loin, ne produit plus d'effet semblable, comme on vient de le voir. On dirait que, réunis, le cerveau et la moelle épinière forment une machine où la moelle épinière abandonne la direction du mouvement à la moelle allongée; mais, si on les sépare, la moelle épinière reprend son activité propre, comme chez l'Amphioxus.

26. **P. Albrecht.** Sur une nageoire pectorale de droite bifurquée, dans un exemplaire de *Protopterus annectens* Ow.

27. **Von Bezold** est reçu membre de l'Académie et fait un discours sur la météorologie, dont l'objet principal, au point de vue scientifique, est d'expliquer les relations singulières qui existent entre le magnétisme terrestre et les variations d'éclat que présente l'atmosphère du soleil. Réponse de **M. Auwers.**

28. **K. Weierstrass.** Rapport sur le concours pour le prix Steiner. Ce prix est décerné à **E. Kötter** pour le mémoire où il a étendu aux figures d'ordre supérieur au second la théorie purement géométrique de Staudt relative aux éléments imaginaires de ces figures.

29. **Prix de l'Académie** pour 1888, 1891. 1° (1888): Soumettre à un examen critique et établir analytiquement et synthétiquement les résultats donnés sans démonstration par Steiner, particulièrement dans la théorie générale des courbes et des surfaces (1800 marcs). 2° (1891) : Faire une étude expérimentale complète relativement à l'hérédité des modifications acquises par les plantes et les animaux.

30. **S. Schwendener.** Recherches sur l'ascension de la sève.

31. **C. Rammelsberg.** Sur un nouveau cas d'isomorphisme entre l'urane et le thorium.

32. **A. B. Meyer.** Les glandes venimeuses dans le genre *Adeniophis*, Peters.

33. **J. Partsch.** Notices sur les résultats scientifiques de ses voyages dans les îles de la mer Ionienne. Notice géologique relative surtout à Corfou.

34. **N. Pringsheim.** Sur la prétendue décomposition de l'acide carbonique par la matière colorante de la chlorophylle.

35. **S. Schwendener.** Sur la théorie de la torsion (des plantes à tige volubile) de Wortmann.

36. **Fr. Calvert.** Chutes de météorites près de l'Hellespont.

37. **W. Krause.** Sur les effets de la résection des nerfs électriques de la torpille.

38. **C. Chun.** Sur la structure et le développement des Siphonophores (Suite du n° 62 de 1882 et du n° 26 de 1885).

39. **E. Goldstein.** Sur un phénomène lumineux non encore étudié dans les décharges d'induction.

40. **L. Kronecker.** Sur la théorie des fonctions elliptiques (Suite du n° 35 de 1885 et des n°s 21, 24 de 1883). Étude approfondie des coefficients d'une formule de récurrence de Jacobi pour la détermination des coefficients des formules de la transformation.

41. **E. Rohde.** Recherches histologiques sur le système nerveux des Chétopodes.

42. **Von Stephan.** Dessins des courants terrestres sur les lignes télégraphiques allemandes. Ils démontrent l'existence des variations périodiques régulières quotidiennes.

43. **L. Fuchs.** Sur les figures algébriques qui permettent une involution.

44. **A. König** et **C. Dieterici.** Les sensations fondamentales et leur distribution dans le spectre.

45. **A. Goette.** Liste des méduses recueillies par le Dr Sander, médecin de l'*Adalbert*. Quelques nouveaux genres.

46. **C. Gottsche.** Esquisse géologique de la Corée.

47. **J. Roth.** Contributions à la pétrographie de la Corée.

48. **R. Schneider.** Vie amphibie chez les Rhizomorphes de Burgk.

49. **A. W. Hofmann.** Contributions à l'histoire des éthers de l'acide cyanurique.

50. **A. W. Hofmann.** Addition sur le méthylisocyanurate chloré et sur la constitution des acides cyanuriques.

51. **J. Roth.** Sur une éruption volcanique dans la Nouvelle-Zélande du Nord, et sur des tremblements de terre à Malte.

52. Adresse de l'Académie à **Michel-Eugène Chevreul,** à l'occasion de la fête de son centenaire, le 31 août 1886. Chevreul est membre de l'Académie de Berlin, depuis cinquante-deux ans. L'adresse fait surtout ressortir le mérite des recherches de l'illustre savant français sur les corps gras et sur les couleurs.

53. **O. Liebreich** Sur l'espace mort dans les réactions chimiques. Dans les fluides, l'espace où se passent les réactions chimiques est limité par une zone sans réaction, ou espace mort. Cette zone est celle où le fluide est en contact avec l'air ou avec une

fine membrane qui l'en sépare. Dans les tubes étroits, les réactions marchent plus lentement que dans les tubes larges ; les tubes capillaires peuvent empêcher les réactions.

54. **F. K. Ginzel**. Sur quelques éclipses de soleil dont il est fait mention dans l'histoire, particulièrement dans d'anciennes sources historiques espagnoles.

55. **R. Virchow**. Sur les crânes sud-marocains. Renseignements sur dix-neuf crânes provenant probablement d'individus qui représentent d'anciennes populations autochtones. Le type dominant est orthodolichocéphale.

57. **M. Websky**. Sur la Caracolite et la Percylite.

58. **A. Auwers**. Nouvelles recherches sur la grandeur du diamètre solaire. Est-il variable ou constant ; les différences observées ne proviennent-elles pas des instruments, des procédés d'observation, des observateurs ?

59. **H. Burmeister**. Nouvelle rectification relative au Cœlodon. Réponse à diverses objections (Comp. n° 20).

60. **Is. Steiner**. Sur l'encéphale des poissons osseux. De nouvelles expériences prouvent que les poissons osseux, privés de cerveau, ont la sensation du goût : ils se fatiguent des vers et alors on peut les nourrir avec du pain. Si on leur jette des pains à cacheter de diverses couleurs, ils prennent de préférence les rouges. Ils ne se risquent pas à prendre un ver qui leur est présenté au bout d'une pincette, quoiqu'ils le regardent attentivement. Placés avec des poissons analogues non privés de cerveau, ils se comportent absolument comme eux, et sont au moins aussi actifs pour s'emparer de la nourriture commune qu'on leur jette.

61 **G. Fritsch**. Résultats de recherches anatomiques sur le silure électrique *(Malapterurus electricus)*.

62. **E. Arning**. Rapport sur un voyage fait (avec l'appui de la fondation Humboldt) aux îles Sandwich pour y étudier la lèpre. L'auteur n'a pu obtenir de culture du *Bacillus lepræ*.

63. **H. W. Vogel**. Progrès nouveaux dans la photographie des couleurs.

64. **A. Arzruni**. Notes minéralogiques sur le pays de Sanárka, dans l'Oural méridional.

P. M. et A. D.

L'HOMME PRÉHISTORIQUE

DANS LA

BASSE BELGIQUE

Dès le début des études préhistoriques, on a fait en Belgique des découvertes importantes pour l'histoire primitive de l'homme. Il suffit de rappeler les travaux de Schmerling dans la province de Liège en 1830 (1), ceux de Spring dans la grotte de Chauvaux sur la Meuse (2), les explorations de M. Dupont dans les vallées de la Meuse et de la Lesse (3), et, plus récemment, les fouilles, couronnées d'un succès si inattendu, de MM. De Puydt et Lohest dans la grotte de Spy (4).

Les archéologues du Hainaut ont signalé des indices certains du passage de l'homme préhistorique dans leurs régions. Ainsi, dès 1847, M. Toilliez faisait connaître le

(1) *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la province de Liège.* Liège, 1833.

(2) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1re série, t. XX, 1853, pp. 427-450 ; 2e série, t. XVIII, 1864, pp. 479-516.

(3) Voir *L'Homme pendant les âges de la pierre dans les environs de Dinant-sur-Meuse*, 2e éd., Bruxelles, 1872.

(4) *Annales de la Fédération archéologique et historique de Belgique*, t. II, pp. 207-235. — Cfr *Rev. des quest. scientif.*, octobre 1886, et *Bulletin de l'Acad. de Belgique*, 1886, t. II, pp. 741-784.

fameux gisement des silex ouvrés de Spiennes (1). Plus tard, ses premières recherches furent complétées par les travaux de MM. Briart, Cornet et Houzeau (2).

On peut affirmer l'importance des données fournies par ces découvertes avec d'autant plus de confiance que l'amour-propre national n'en a nullement exagéré la portée. C'est à l'étranger, plus que chez nous peut-être, qu'elles ont été relevées, signalées avec éclat et mises en œuvre par des savants de premier ordre. Contentons-nous de rappeler Charles Lyell en Angleterre, MM. Hamy (3), N. Joly (4) et de Quatrefages en France. Charles Lyell parle avec un véritable enthousiasme des travaux de Schmerling (5). Au premier congrès international de géographie, tenu à Anvers (6), et plus récemment dans son ouvrage *Hommes sauvages et fossiles*, M. de Quatrefages s'attachait avec une insistance particulière aux faits que les découvertes préhistoriques de Belgique fournissent à l'étude des races primitives. Faut-il ajouter encore que, dans l'anthropologie préhistorique, les pièces recueillies en notre pays, par exemple le crâne d'Engis, la mâchoire de la Naulette, les types de Furfooz et les ossements de Spy, sont devenues depuis longtemps des pièces tout à fait classiques ?

Nous n'avons pas fini de signaler tous les travaux publiés chez nous sur le préhistorique : aussi bien, nous ne voulons mentionner que les plus importants et ceux qui ont trait aux découvertes capitales ou qui donnent la meilleure idée de l'ethnographie de nos contrées. M. Malaise a fait paraître plusieurs notices qui gardent aujour-

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, t. XIV, p. 375 ; t. XVIII, p. 662.

(2) *Ibid.*, 2e série, t. XXV, 1868, pp. 126-139 et aussi dans le travail intitulé : *Rapport sur les découvertes géologiques et archéologiques faites à Spiennes en 1867*. Mons, 1872. Voir encore *Compte rendu du Congrès d'archéologie préhistorique de Bruxelles*, pp. 268, 279.

(3) *Précis de paléontologie humaine*. Paris, 1870.

(4) *L'Homme avant les métaux*. Paris, 1879.

(5) *L'Ancienneté de l'homme*, p. 71.

(6) *Compte rendu du Congrès*, t. II, p. 29.

d'hui encore toute leur valeur. On lui doit de nouvelles explorations dans les cavernes fouillées par Schmerling (1), un essai de synthèse sur les découvertes faites en Belgique jusqu'en 1860 (2) et un travail sur l'homme fossile (3).

La caverne de Chauvaux, explorée par M. Spring en 1850, a fait plus tard l'objet d'une étude de M. Le Hardy de Beaulieu (4) et d'une autre encore de M. Soreil (5).

Dans les *Matériaux pour servir à l'histoire primitive et naturelle de l'homme*, M. Limelette a publié, sur le camp d'Hastedon aux environs de Namur, une monographie intéressante (6). Enfin, les *Annales de la Société archéologique de Namur* renferment d'utiles essais de MM. Hauzeur, Bequet, Arnould et F. de Radiguès sur les enceintes de Pont-de-Bonne, la station de Linciaux et la grotte de Sclaigneaux (7).

Comme on peut s'en assurer à la seule inspection de ce rapide aperçu bibliographique, c'est surtout la haute Belgique qui a apporté un riche contingent de matériaux aux études préhistoriques. Mais l'élan, une fois donné, ne

(1) Plus récemment, en 1886, M. J. Fraipont, sur l'invitation d'un de nos confrères de la Société scientifique, M. G. Dewalque, a repris les recherches de Schmerling, Spring, Malaise et Dupont dans les cavernes d'Engis. M. Fraipont n'a plus rencontré d'ossements humains, mais il a récolté de nombreux restes préhistoriques : plus de 800 silex moustériens, pointes, lames, racloirs, nucléus et éclats ; un instrument en phtanite, taillé ; un polissoir en grès, un morceau d'oligiste et quatre os taillés ; de plus, 900 débris d'ossements d'animaux appartenant à 21 espèces de mammifères : les os longs étaient pour la plupart brisés intentionnellement dans le sens de la longueur. Il ne faudrait peut-être pas attacher une égale importance à toutes les déductions que peuvent provoquer ces récentes fouilles de M. Fraipont, parce que la présence de certains oiseaux (paon, gelinotte, coq de bruyère) semble accuser un remaniement.

(2) *Mémoires de la Société libre d'émulation de Liège*, 1860.

(3) Bruxelles, Lacroix, 1863.

(4) *Revue trimestrielle*, t. XXVII, 1860.

(5) *Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques*, Bruxelles, p. 381.

(6) T. II, 1863, p. 74.

(7) Cfr *Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques*, Bruxelles, 1872, pp. 61, 318 et suiv., 326, 370.

devait plus se ralentir : sur tous les points de la Belgique, des chercheurs intelligents se sont mis à l'œuvre ; et, à l'heure présente, des faits nombreux attestent qu'aux époques les plus reculées, la basse Belgique était occupée par l'homme aussi bien que les régions élevées du pays.

Ces faits, que nous sachions, n'ont pas encore été réunis en synthèse. S'ils ont fait l'objet d'un grand nombre d'articles de revues et de monographies, ils sont jusqu'ici demeurés isolés. Nous voudrions, dans ce travail, les grouper, et tirer les conclusions générales qui en ressortent, surtout dans le but de montrer que les preuves sont aujourd'hui suffisantes pour affirmer qu'aux âges dits préhistoriques l'étendue entière du territoire belge était habitée (1).

On sait que les vallées de la Meuse et de la Sambre déterminent la double division orographique qui distingue la basse et la haute Belgique. A la rigueur donc, pour justifier complètement notre titre, nous aurions à parler également des populations primitives du Hainaut et de leur industrie, qui avait à Spiennes son principal centre d'exploitation. Mais ce sujet a été suffisamment étudié : le Hainaut ne rentrera pas par conséquent dans notre cadre. D'autre part, comme la Flandre-Occidentale n'a donné jusqu'ici aucun apport aux recherches préhistoriques, notre examen se restreint seulement à quatre provinces belges (2) : la Flandre-Orientale, la province d'Anvers, le Limbourg et le Brabant. Nous produirons successivement les faits qui concernent chacune d'elles.

(1) Nous aurons principalement en vue les travaux et les découvertes de ces dernières années, parce qu'ils n'ont pas encore été vulgarisés ni popularisés comme ils méritent pourtant de l'être, et, pour mémoire seulement, nous rappellerons les études plus anciennes qui ont eu le temps de se répandre davantage.

(2) Le congrès d'histoire et d'archéologie, tenu récemment à Bruges (août 1887) a émis le vœu que la Société d'émulation de la Flandre provoquât des recherches pour combler cette lacune.

I

L'HOMME PRÉHISTORIQUE DANS LA FLANDRE-ORIENTALE.

Trois noms personnifient actuellement les explorations qui ont été tentées pour retrouver les traces du passage de l'homme dans la Flandre-Orientale : celui de M. van Overloop pour le nord de la province (1), celui de M. le Dr Van Raemdonck qui a fouillé le pays de Waes (2), et celui de M. Delvaux à qui l'on doit de curieuses trouvailles aux environs d'Audenarde (3). Les découvertes isolées auront aussi leur mention ; mais, en nous attachant à faire connaître les études de MM. van Overloop, Van Raemdonck et Delvaux, nous aurons insisté sur les recherches les plus importantes et donné une idée assez complète du peuplement primitif de la Flandre.

A trois lieues au nord-est de Gand, s'étend une vaste zone de prairies dont les cotes de nivellement varient d'ordinaire entre 3 et 6 mètres pour atteindre accidentellement 7, 8 et parfois 9 mètres. Baignée par l'important canal du Moervaert qu'alimentent de nombreux cours d'eau, cette région de terres basses subit, du côté de l'ouest, au village de Mendonck, une sorte d'étranglement, tandis qu'au nord le terrain se relève vers Wachtebeke et Wynkel en dunes d'un sable fort léger et à certains endroits tout à fait pur. Le grand nombre de ruisseaux et de marécages qui aujourd'hui encore sillonnent la contrée fait comprendre comment, à chaque page des annales de la Flandre, il peut être question d'inondations. Même à présent, l'influence de la marée, par l'Escaut et la Durme, est

(1) *Sur une méthode à suivre dans les études préhistoriques.* Bruxelles, 1884.

(2) *L'Age de la pierre à Rupelmonde. Le Pays de Waes peuplé à l'époque néolithique.* Saint-Nicolas, 1887.

(3) *Les Alluvions de l'Escaut et les tourbières aux environs d'Audenarde.* Liège, 1885.

sensible dans le Moervaert et jusque dans les fossés secondaires. Qu'était-ce donc avant l'établissement des wateringues, la construction des digues et le creusement des canaux de dérivation qui permettent maintenant de régler à volonté le régime des eaux ?

Aussi M. van Overloop, qui a pu, par une étude consciencieuse et approfondie des anciennes cartes, restituer en détail la physionomie orographique et hydrographique des environs de Mendonck, semblait avoir le droit de conclure « qu'un pareil pays ne paraissait pas avoir été le siège d'un véritable séjour de l'homme à une époque fort reculée » (1).

C'est pour s'affermir dans la conviction que le nord de la Flandre-Orientale avait été longtemps inhabitable que M. van Overloop se mit à visiter de plus près les emplacements où, selon toutes probabilités, les hommes de l'âge de pierre se seraient certainement fixés s'ils avaient occupé le pays. Mais le résultat fut bien différent des prévisions. A tous les endroits où un brusque relèvement de sable tranche d'une manière nette la limite des terres hautes et des couches d'alluvions, à certaines places même où l'explorateur n'aurait jamais espéré rencontrer aucune trace, il recueillit une quantité considérable d'outils en silex. Il fut bientôt en état d'affirmer que non seulement cette région avait abrité des peuplades de l'âge de la pierre, mais même que l'abondance de leurs reliques attestent le séjour prolongé d'une population nombreuse (2). En effet, sur une aire d'environ 4000 hectares, M. van Overloop a noté, sur une carte au $\frac{1}{10000}$ que reproduit son ouvrage, plus de cent endroits différents où ont été trouvés des instruments en pierre. En faut-il davantage pour légitimer sa conclusion relativement à l'occupation du territoire septentrional de la Flandre par les hommes préhistoriques ?

(1) *Op. cit.*, p. 32.
(2) *Op. cit.*, p. 34.

M. van Overloop est sobre de détails sur la description des objets en silex qu'il a collectionnés. Il veut différer ses conclusions définitives jusqu'au jour où un champ d'observation plus vaste permettra de se prononcer sur l'ensemble des pièces découvertes et rendra péremptoires « les inductions à tirer de la substance des silex, de leurs formes et des traces de leur usage (1) ». Mais, par compensation, nous sommes abondamment renseignés sur la configuration du pays, la composition géologique du sol et les conditions de vie matérielle et sociale dans lesquelles se trouvaient les populations primitives du nord de la Flandre.

Pour le dire en passant, cette façon de procéder, qui tient moins compte des instruments eux-mêmes que de l'ensemble des données historiques et des inductions fournies par l'étude du sol et de ses ressources, est, chez M. van Overloop, le résultat d'un système. Il pense — et très justement — que la véritable méthode en archéologie préhistorique consiste en ce qu'il appelle en trois mots « rétablir le milieu ». Avant d'interroger l'outillage ou d'autres vestiges émanant directement de l'homme lui-même, il faut poursuivre aussi loin que possible, dans les documents écrits ou dans les traditions, l'étude des caractères physiques de la région où se sont rencontrées des traces d'habitation humaine. Voici comment M. van Overloop résume la méthode qui peut mener à cette reconstitution du milieu : « Reconstituer la géographie de l'époque, avec les anciennes côtes de la mer et le régime des eaux ; tenir compte des influences que les conditions météorologiques et autres ont exercées depuis sur le relief du sol ; effacer de la carte ce que la main des hommes peut y avoir introduit : chemins, canaux, étangs, modifications des cours d'eaux, nivellements et autres travaux d'art ; cela fait, se représenter la composition géologique de la sur-

(1) *Ibid.*, p. 102.

face et, comme conséquence, le genre de végétation qui devait la recouvrir; reconstituer également la faune à l'aide des éléments qui précèdent et des restes qui s'en retrouvent; enfin, chercher à définir, suivant les temps et les lieux, le genre de climat propre à la région observée (1). »

On le voit, à l'encontre de bon nombre d'auteurs, M. van Overloop ne veut pas que l'étude des conditions naturelles soit le simple complément des résultats archéologiques, il en fait la principale base. L'avantage capital qui en résulte, c'est que l'interprétation des restes de l'industrie humaine trouvés dans une contrée offre une certitude beaucoup plus grande lorsqu'elle est contrôlée par les données positives. En effet, si la reconstitution du climat, la composition du sol, la disposition du terrain, la nature de l'outillage sont convenablement déterminés, pour autant que la chose est possible, il s'ensuivra une explication toute naturelle de l'usage des divers instruments.

Mais nous n'avons pas à insister davantage sur cette question de méthode : il suffit de l'avoir signalée, et nous renvoyons les lecteurs désireux de l'approfondir à l'intéressante monographie de M. van Overloop. Pour notre but, il sera plus à propos de voir comment les principes que nous venons d'énoncer sommairement ont été mis en œuvre pour rétablir « les conditions physiques du milieu dans lequel les premiers habitants de Mendonck passaient leur existence ».

D'abord, par une étude attentive des vieilles cartes conservées aux archives de la Flandre-Orientale et dont l'une remonte jusqu'à 1663, il a été possible de constater que, même depuis deux siècles, le niveau des terres émergées s'est abaissé, tandis que d'autre part les alluvions ont surélevé le fond et diminué d'autant l'écart avec les terres

(1) *Op. cit.*, pp. 19, 20.

hautes. En effet, entre l'époque où les hommes de la pierre vivaient à Mendonck et celle où la contrée fut pourvue d'un système complet de digues, les dépôts sédimentaires apportés par des eaux chargées de limon ont pu s'accumuler.

C'est un premier fait à enregistrer : aux temps où pourraient se placer les premiers habitants de la Flandre, le niveau des terres basses était sensiblement inférieur à celui qu'elles ont de nos jours, et par suite les eaux devaient y faire un séjour plus prolongé.

Il y a plus : nous pouvons même déterminer quelle était la nature de ces eaux et prouver que la zone des terrains déprimés n'est autre chose que le lit d'un ancien fleuve. Ce fleuve serait la Durme qui, à cette époque, divisée en deux bras, arrosait Mendonck par l'un d'eux, aujourd'hui encore appelé *Zuydlede* (1). Toutefois, on aurait tort de s'imaginer que ce lit fluvial fût occupé constamment dans toute sa largeur. L'idée exacte qu'il convient de se faire de la région est plutôt celle d'un vaste marécage entrecoupé d'îlots. Ces îlots sont de deux sortes : les uns fort étroits s'allongent régulièrement de l'ouest à l'est dans la partie méridionale, ils sont l'œuvre des sédiments déposés dans le lit proprement dit du courant fluvial ; les autres, plus développés et à contours fort irréguliers, occupent la région septentrionale, on doit les attribuer à l'action de la mer qui recouvrait encore, il n'y a pas si longtemps, tout le territoire des polders.

Un autre facteur très important est à prendre en considération, si l'on veut se rendre un compte exact de la

(1) On en a une mention fort expresse dans une charte de l'abbaye de Saint-Pierre, à Gand, où il est acté qu'en 694 Childebert fit don à l'abbaye d'une église nommée *Medmedung* et située sur le Dorme, c'est-à-dire la Durme. " *Ecclesiam quæ vocatur Medmedung, sitam super fluvium Dorme* ". Voir Van de Putte, *Annales abbatiæ Sancti Petri Blandiniensis*, p. 79. — Quant à la dénomination de *Zuydlede*, elle était assez fréquente en Flandre pour désigner le bras méridional d'une rivière : c'est ainsi que la Lys inférieure s'appelle également *Suutlede*. Voir de Maere-Limnander, *Établissement d'un barrage éclusé sur le Bas-Escaut*, p. 21.

configuration des environs de Mendonck, à l'époque quaternaire : nous voulons parler du cours inférieur de la Lys et de l'Escaut, bien différents alors de ce qu'ils sont aujourd'hui. Les eaux de la Lys, arrivant de Deynze par la *Vieille-Caele* (1), venaient grossir à Langerbrugge le fleuve dont nous avons parlé : de même, l'Escaut, qui, au sortir de Gand, fléchit à l'est vers Termonde, poursuivait alors, au delà de Gand, sa direction sud-nord(2). En effet, d'anciens documents affirment qu'au temps de Charlemagne, Gand avait de ce côté communication directe avec la mer. Toutefois, l'importance de ce bras de l'Escaut était alors peu considérable et le véritable fleuve a dû disparaître de Mendonck à une époque fort reculée.

Ce fut donc la formation actuelle du lit de la Lys, entre Deynze et Gand, non moins que l'ensablement progressif survenu dans le Bas-Escaut, qui tarirent le grand fleuve de la région de Mendonck, au profit du nouveau cours de l'Escaut de Gand à Termonde.

Il y a dans cette disposition du régime hydrographique un deuxième fait à tenir en ligne de compte. Elle nous prouve qu'aux âges prémétalliques la station de Mendonck communiquait avec le reste du pays par des rivières importantes : de là, de grandes facilités pour l'apport du silex et les relations commerciales en général. En effet, l'abondance remarquable des instruments de pierre recueillis là atteste la présence de stations humaines prolongées.

Peut-on, dans les documents historiques, trouver la vérification des caractères physiques accusés par l'inspec-

(1) Ce terme, qui étymologiquement doit s'écrire *oude Kalle*, signifie l'ancienne conduite d'eau, l'ancien bras, l'ancien lit.

(2) Nous ne pouvons, dans cette étude qui n'est qu'un simple résumé, apporter toutes les preuves qui appuient ces vues sur l'ancien cours de la Lys et de l'Escaut. Dans son ouvrage *Sur une méthode à suivre dans les études préhistoriques*, pp. 51-70, M. van Overloop les expose avec beaucoup de clarté et de science. Le lecteur que cette question intéresse y trouvera l'indication de toutes les sources et de tous les documents à consulter sur ce point.

tion directe des terrains ? M. van Overloop le pense, et voici comment il développe son argument. La région qui nous occupe faisait partie de l'ancien territoire des Ménapiens : or, les textes anciens décrivent dans la Ménapie deux divisions bien distinctes, et ils représentent celle du nord, la nôtre par conséquent, comme à peu près inhabitable à cause des forêts et des marécages qui la couvraient presque tout entière. Les descriptions de plusieurs écrivains classiques et de narrateurs du moyen âge se résument dans les traits suivants : « Les forêts étaient non seulement immenses, mais composées pour la majeure partie de bois de taillis. Après avoir considéré Mendonck et ses abords comme l'emplacement d'un ancien marécage, coupé d'îlots et de parties surélevées, il faut s'y représenter la végétation primitive comme ayant été la suivante : dans le marais proprement dit, de hautes herbes, des joncs, des osiers, des broussailles ; sur les terres hautes, un épais taillis, entrelacé d'épines et parsemé d'arbres plus élevés, mais en assez petit nombre pour que le taillis ait pu se développer au-dessous avec une pareille vigueur ; enfin, dans les terrains formés de sable pur, principalement au nord, de la bruyère, du genêt et des ronces » (1).

Un mot maintenant de la constitution du sol, et des ressources qu'il pouvait présenter aux premiers hommes qui vinrent s'y fixer.

Sous la première couche, qui est du sable campinien plus ou moins amendé par la culture, sont d'ordinaire déposés des sables ferrugineux, qui forment des concrétions d'une roche dure connue dans le pays sous le nom de *rogsteen*. Le sol ne renferme pas de silex, même les cailloux roulés sont rares. Il faut en conclure que les habitants n'ont trouvé là, comme matériaux de construction,

(1) *Bulletin de la Société d'anthropologie de Bruxelles*, t. III, p. 28.

que du bois : l'argile et la pierre faisaient complètement défaut (1).

L'étude de la flore et de la faune révèle que la région pouvait pourvoir aux nécessités de la vie par des fruits sauvages et les nombreux produits de la pêche et de la chasse. Il est remarquable que, pour prendre le poisson, les habitants actuels se contentent de procédés qui paraissent leur venir, sans avoir été perfectionnés, des premiers indigènes.

Enfin on remarque que la grande majorité des points où les silex ont été trouvés sont des endroits surélevés et à l'abri de l'inondation. Il est permis de penser que l'absence de toute trace d'ancienne construction montre bien la suffisance de cette barrière naturelle contre l'envahissement des eaux.

En recherchant à quelle date probable l'homme fit son apparition dans le nord de la Flandre, M. van Overloop part du fait que les Ménapiens de César étaient en possession du métal ; car on ne peut contester le caractère celtique de ce peuple, et, quand les Celtes envahirent la Gaule, ils connaissaient et employaient le bronze et le fer. Il s'ensuit que l'âge de la pierre, dans notre région, doit être reporté aux prédécesseurs des Ménapiens. Rien ne s'oppose, dit M. van Overloop, à ce que l'on désigne comme tels : 1° les peuples antérieurs aux Gaulois que l'on nous montre descendant vers l'Espagne le long de l'Océan ; 2° les habitants du delta du Rhin, qui, retranchés dans leurs îles, y poursuivaient leur vie sauvage en dépit des Ménapiens de la rive ; 3° les peuplades indigènes de l'île de Bretagne, repoussées de la côte par les Bretons et que César nous signale comme beaucoup plus sauvages que ceux-ci (2).

Nous avons dit plus haut que, dans son ouvrage *Sur*

(1) Aujourd'hui encore on ne fait pas de briques dans le pays, on doit les faire venir du nord-est ou du sud, de Stekene ou de Gand.

(2) *Bulletin de la Société d'anthropologie de Bruxelles*, t. III, p. 30.

une méthode à suivre dans les études préhistoriques, où nous avons puisé tous les détails précédents, M. van Overloop laisse de côté l'étude des instruments de pierre, qu'il n'en donne aucune description, et n'émet aucune conjecture sur leurs usages divers. Nous avons aussi indiqué les motifs très rationnels de cette lacune. Mais le savant archéologue est revenu plus tard sur ce point et, dans une communication faite le 26 janvier 1885 à la Société d'anthropologie de Bruxelles, il a entrepris un examen détaillé des silex de la station préhistorique de Mendonck (1). Résumons brièvement ce travail.

Tous les silex recueillis à Mendonck ont été ramenés à la surface. C'est qu'abandonnés par les peuplades primitives et enfouis peu à peu, au cours des siècles, sous une mince couche d'humus, ils furent déterrés par la culture et les dérodages qui partout défoncèrent le sol à la profondeur nécessaire. Ces objets en silex se partagent en deux catégories nettement séparées : les uns sont en silex gris foncé plus ou moins moucheté de blanc ; les autres sont en silex blond, transparent, qui rappelle pour l'aspect extérieur la substance des pierres à fusil. Les premiers ont aussi des dimensions plus fortes et ils attirent l'attention par leur forme, surtout par l'état de leurs bords à retailles prononcées : on les dirait émoussés par une multitude de petits coups. Nous nous occuperons surtout de ceux-là.

Mais auparavant il convient de signaler, dans l'outillage de Mendonck, l'absence de deux sortes de pièces, les nucléus et les marteaux ; car ce fait a une haute signification, d'autant plus que les silex recueillis se chiffrent par milliers. Pour ce qui concerne les nucléus, il est très possible qu'on n'en rencontrera jamais. Ne sont-ils peut-être pas déposés à un niveau inférieur à raison de leur poids plus considérable que celui des autres

(1) *Ibid.*, t. III, pp. 334-359.

objets ? Non, le sable de Mendonck, qui est très compact et que l'humidité concrétionne, s'oppose à cet enfoncement. Mais les nucléus n'ont-ils pas été brisés par le cultivateur, soit parce qu'ils gênaient ses travaux, soit parce qu'il y aurait taillé des briquets ? Non , encore une fois, car il suffit d'un seul fragment du nucléus brisé pour le reconnaître. Enfin, l'homme de la pierre n'a-t-il pu épuiser les nucléus en les écaillant jusqu'à extinction ? Cette objection tombe devant la grande rareté des petits éclats. Conclusion : non seulement les nucléus n'existent plus à Mendonck, mais ils n'y ont jamais existé.

Il en est de même pour les marteaux ou percuteurs en silex ; tout au plus peut-on donner ce nom à quelques outils qui ont pu servir à retailler et à remanier des objets préexistants ou à émousser des arêtes trop vives.

Cette double conclusion, relativement au manque total des nucléus et des marteaux, mène à des déductions fort intéressantes pour les relations de commerce et d'approvisionnement entre les premiers habitants de la Flandre et ceux du reste de la Belgique. En effet, s'il n'y a pas de nucléus à Mendonck, c'est que les instruments en silex que nous y trouvons n'ont pas été fabriqués sur place, du moins pas entièrement. Car il ne faut pas outrer les conclusions ; pour ne pas tailler leurs outils de première main, les hommes de Mendonck ne s'en livraient pas moins à un grand travail de retaillage et de retouche.

D'après M. van Overloop, « les expéditions de silex en destination de Mendonck devaient être composées comme suit :

» 1° Les éclats propres à servir de couteaux, sauf à devenir plus tard des grattoirs et des pointes ;

» 2° Les outils les plus considérables, ceux dont la taille exigeait plus spécialement la présence de l'eau de carrière et l'habitude de débiter de gros blocs de matière première, et qui, pour ce motif, s'exécutaient au lieu même de production. Nous ajouterons que ces instruments arrivaient

sans doute à Mendonck plutôt ébauchés qu'entièrement finis, l'expéditeur laissant au consommateur le soin des dernières retouches. C'est notamment à l'acheteur qu'incombait le travail d'adoucissement des arêtes au point de vue de la préhension, travail qui ne pouvait, en quelque sorte, s'exécuter que sur mesure et en se modelant directement sur la main qui devait manier l'instrument (1). »

Nous aurons à revenir sur ces conclusions qui ont une importance générale pour toute la Flandre : nulle part, dans le nord de la Flandre, ne se sont rencontrés et ne se rencontreront des nucléus ; le régime d'approvisionnement que nous venons de décrire était donc pratiqué partout dans cette région.

De l'absence de marteaux sur le territoire de Mendonck, il résulte que les retailles et les retouches qu'on remarque sur les pointes de flèches étaient dues à un éclatement par pression. M. Evans a pu démontrer que ce procédé était suivi assez fréquemment et que les silex se taillent très aisément au moyen d'un éclateur en silex ou, mieux encore, avec un poinçon en os ou en corne (2).

Du reste, un de nos collègues de la Société scientifique, M. le marquis de Wavrin, a fait l'expérience avec un andouiller de cerf, il a réussi à fabriquer des pointes qui pouvaient tromper les connaisseurs (3).

Mais, si l'on n'a recueilli à Mendonck ni nucléus ni marteaux, quels sont donc les instruments qui caractérisent cette station ? Ce sont surtout des grattoirs, que M. van Overloop distingue en trois catégories : les grattoirs latéraux, c'est-à-dire dont le bord tranchant se présente parallèlement au pouce ; les grattoirs de tête, ou ceux dont la lame aiguisée est perpendiculaire au pouce ; et enfin les grattoirs obliques ayant la partie taillée dans une position intermédiaire aux deux précédentes. Il y a

(1) *Ibid.*, t. III, p. 345.
(2) *Les Ages de la pierre*, pp. 37-44.
(3) *Bulletin de la Société d'anthropologie de Bruxelles*, t. III, p. 347.

aussi lieu de distinguer les grattoirs concaves et les convexes. Ces derniers accusent infailliblement une taille intentionnelle, qui a pour but de concentrer vers le milieu de la courbe le principal effet de l'instrument. Il n'en est pas de même pour les grattoirs concaves ; parfois certaines retouches ne laissent aucun doute sur le caractère intentionnel, mais en d'autres cas leur forme spéciale peut être le simple résultat de l'usure. Enfin, plusieurs grattoirs ont servi des deux côtés, et quelques-uns sont convexes sur un bord et concaves sur l'autre. M. van Overloop voit dans ces faits un indice certain de la rareté du silex à Mendonck : conclusion qui ressort encore de ce que bon nombre de grattoirs proviennent de la mise hors d'usage d'objets préexistants.

Signalons encore à Mendonck les outils à pointes : il y a cependant peu de flèches, et elles sont grossières et massives. Faut-il les reculer jusqu'à l'époque paléolithique ? M. van Overloop ne le pense pas et, malgré leur imperfection, il range sans hésiter les silex de Mendonck dans la période de la pierre polie. En effet, il a retrouvé des éclats de hache polie dont la matière première ne diffère en rien du silex gris des autres instruments, et deux de ces éclats ont servi à confectionner des outils. En outre, on constate partout la marque de certains raffinements qui n'ont pas été poussés plus avant aux époques postérieures : il s'agit « de la pratique consistant à émousser les aspérités ou les arêtes du silex pour en rendre la prise plus commode ».

Nous venons d'analyser minutieusement les recherches de M. van Overloop ; mais nous ne prendrons pas congé de lui sans redire combien ses essais se distinguent d'autres études similaires par la précision et la rigueur des déductions, par l'aspect neuf et suggestif des aperçus, par la sûreté de la méthode. Il est très désirable que les intéressantes monographies écrites par lui sur la station de Mendonck soient connues de tous ceux qui s'occupent d'archéo-

logie préhistorique et leur servent de type. On verrait peut-être disparaître alors cette divagation systématique sur des hypothèses aventureuses qui discréditent — et à juste titre parfois — les travaux de ce genre.

Pendant que M. van Overloop fouillait le nord de la Flandre, à quelques pas de lui un autre chercheur travaillait, à l'est de la province, dans la fertile région connue dans la nomenclature géographique de Belgique sous le nom de *Pays de Waes*. M. le Dr Van Raemdonck mérite d'être cité honorablement dans les annales des études préhistoriques entreprises en Belgique : depuis plus de dix ans, il a exploré avec succès toute la contrée située au nord-est de la Flandre, entre la Durme et l'Escaut (1). Et lui aussi a fourni un riche contingent de preuves à la thèse qui affirme l'occupation de la basse Belgique par l'homme, dès l'âge de la pierre.

On a été mis sur la voie des explorations prémétalliques dans le pays de Waes par la découverte d'un certain nombre d'antiquités gallo-romaines, qui ont conduit à soupçonner que de tout temps ces régions avaient été le séjour d'anciens peuples. Ainsi, les substructions de Belcele démontraient que, sous la domination romaine, ce village fournissait toutes les ressources d'une contrée défrichée et productive, par conséquent qu'il servait de résidence à une peuplade adonnée à la culture et aux arts manufacturiers (2). Avec plus d'évidence encore, la même conclusion ressortait de la découverte du cimetière celto-belge de Saint-Gilles (3). Enfin, en 1873, elle s'imposait définitivement par la mise au jour de deux citernes en

(1) M. Van Raemdonck exposait le résultat de ses premiers travaux dans les *Annales de l'Académie d'archéologie de Belgique*, 3e série, t. III, et en 1878 il publiait son ouvrage *Le Pays de Waes préhistorique*.

(2) Voir J. Van Raemdonck, *Découvertes gallo-romaines faites au Steenwerk, à Belcele*, dans ANNALES DU CERCLE ARCHÉOLOGIQUE DU PAYS DE WAES, t. II, p. 209.

(3) Id., IBID., t. IV, p. 253, *Cimetière celto ou germano-belge à Saint-Gilles*.

bois qui attestaient la présence de briquetiers gallo-romains dans la commune de Steendorp (1).

Toutes ces découvertes étaient de nature à faire reculer très haut la date de l'apparition de l'homme au pays de Waes, et à affaiblir l'objection que l'on opposait habituellement à cette opinion. L'Escaut, disait-on, devait avoir, à l'époque quaternaire, une largeur considérable. En inondant sur une immense étendue toutes les vallées, ses crues, tant ordinaires qu'extraordinaires, ne rendaient-elles pas le sol bourbeux et par conséquent inhabitable ? Ces vues, toutes théoriques, durent céder devant les faits.

En 1876, dans une briqueterie de Rupelmonde, on déterra, à quatre mètres de profondeur, plusieurs ossements de *Bos taurus* et de *Sus scrofa*. Ces ossements portent la trace non équivoque du travail de l'homme : des fractures intentionnelles, des entailles et surtout, sur une omoplate de *Bos taurus*, une coulisse, creusée à une profondeur de près de deux centimètres, longue de neuf, et large de treize millimètres à son extrémité supérieure et de vingt-deux à son extrémité inférieure. A ces restes d'animaux, M. Van Raemdonck trouva associés deux outils en silex, un grattoir et une pointe de flèche ébauchée, et aussi un tesson de poterie commune, d'un centimètre d'épaisseur, pétri avec l'argile rupélienne, qui actuellement encore s'exploite sur les rives de l'Escaut et du Rupel. Ce fragment, trop petit pour donner une idée de la forme et de la grandeur du vase, suffit cependant pour se convaincre qu'il a été modelé à la main. Pour prévenir le retrait et la rendre réfractaire, la pâte a été mélangée avec du gravier. Le vase a été certainement cuit au feu; car, s'il n'eût été que séché, même à un soleil ardent, l'humidité du sol aurait bientôt ramené le tesson à l'état d'argile plastique.

A une année d'intervalle, cette première découverte faite à Rupelmonde fut suivie, en 1877, d'une seconde, plus

(1) Id., IBID., t. V, p. 33, *Puits en bois de l'époque gallo-romaine découverts au hameau Steendorp, à Basele.*

importante et plus complète, dans la même localité. C'étaient encore des ossements et des silex accusant nettement le travail et l'usage de l'homme, mais cette fois en quantité considérable. Les os étaient au nombre de cinquante-sept, et, outre *Bos taurus* et *Sus scrofa* déjà recueillis précédemment, on retrouvait les restes de *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Capra hircus* et *Equus caballus*. La plupart de ces pièces étaient rayées et entaillées ; une phalange de *Bos taurus* était percée d'une ouverture pour transformer l'os en sifflet de chasse, et un fragment d'une corne avait la partie supérieure enlevée par incision. Ajoutons que bon nombre d'ossements portaient d'évidentes traces de combustion. En fait de silex, la deuxième découverte de Rupelmonde a fourni un couteau, deux grattoirs et un marteau. Le marteau et un des grattoirs sont en silex gris-brun de Spiennes, l'autre grattoir et le couteau en silex noir de la craie de Douvrain près de Baudour (Mons). Le marteau reproduit assez fidèlement un type signalé par l'abbé Bourgeois parmi les silex de Thenay : c'est celui qui a été reproduit dans le compte rendu du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique de Bruxelles (1).

Jusqu'en 1884, la double trouvaille de Rupelmonde demeura la seule preuve du passage de l'homme préhistorique dans le pays de Waes et même dans toute la Flandre-Orientale. Mais l'éveil était donné, et les travaux de M. Van Raemdonck tinrent l'attention des chercheurs fixée sur les régions waesiennes. C'est ainsi que M. l'ingénieur Blanchart signala la présence de l'homme néolithique dans deux communes : d'abord à Waesmunster, où il recueillit un fragment de hache-marteau en jade, bombée des deux côtés et percée au milieu d'un trou pour recevoir le manche ; puis à Belcele, où il trouva un instrument fusiforme, une espèce de petite pioche ou marteau à

(1) Session de Bruxelles, 1872, p. 89. Description de la figure n° 3, planche I.

pointes, poli et également percé d'un trou d'emmanchement (1). Vers la même époque, M. Eugène van Overloop découvrit la station de Mendonck, dont nous avons parlé et qui constitue l'heureux complément des recherches de M. Van Raemdonck (2).

En 1884, M. le Dr Van Raemdonck reprit l'exécution d'un plan complet d'études préhistoriques embrassant les trente-deux villes et communes du pays de Waes. A l'heure présente, la moitié du programme est réalisée, et les résultats s'établissent par le bilan suivant, que M. De Geest exposait en 1885 au Congrès d'histoire et d'archéologie d'Anvers (3), et M. Van Raemdonck à celui de Namur en 1886 (4). A Lokeren, à Dacknam, à Waesmunster, à Thielrode, à Haesdonck et à Tamise, on a recueilli un certain nombre d'ossements des animaux mentionnés plus haut et portant pour la plupart des entailles. La plus importante de ces trouvailles est celle de Lokeren. En creusant deux citernes dans la brasserie de M. Th. Rubbens, on trouva, à trois mètres de profondeur et à la surface du sable aquifère rapporté par Dumont au système scaldisien, trois dents molaires de *Bos taurus;* une molaire et la corne droite de *Cervus elaphus*, portant des entailles anciennes et où les pointes de toutes les branches avaient été enlevées par percussion; une molaire à couronne usée, et une défense de *Sus scrofa* dont la pointe avait été détachée par incision. Conjointement avec ces outils, on trouva deux poutrelles de hêtre, couchées hori-

(1 *Documents et rapports de la Société paléontologique et archéologique de l'arrondissement judiciaire de Charleroi*, t. VII, p. 319; t. IX, p. 48.

(2) Pour observer exactement l'ordre chronologique des découvertes préhistoriques dans le nord de la Flandre, nous eussions dû parler d'abord des trouvailles de M. Van Raemdonck à Rupelmonde, puis de celles faites à Mendonck, et enfin revenir aux recherches de M. Van Raemdonck postérieures à 1884. Il nous a paru plus convenable de ne pas séparer l'ensemble des travaux de chaque auteur. Le lecteur rétablira facilement l'ordre des dates.

(3) *Découverte, au Pays de Waes, de silex ouvrés à l'époque néolithique* dans Annales de la Fédération archéologique et historique de Belgique, t. I, pp. 218-227.

(4) *Le Pays de Waes peuplé à l'époque néolithique.* Ibid., t. II, pp. 241-294.

zontalement, mais si ramollies par le séjour dans la terre humide que l'extraction les brisa en plusieurs morceaux. Ce gisement offre les plus frappantes analogies avec celui de la crique de Rupelmonde.

Ce sont surtout des silex que les explorations poursuivies pendant trois ans par MM. Van Raemdonck et De Geest ont fournis en abondance : leur nombre s'élève à plus de neuf cents. En voici le catalogue détaillé : un bloc-matrice, à peu près intact, et une grande quantité de restes de blocs-matrices; 262 couteaux ou fragments, 122 grattoirs, 49 débris de haches polies, un polissoir-affiloir, 46 pointes ou têtes de flèches, une pointe de lance, une pointe de javelot, une scie extrêmement fine, 26 lissoirs pour la fabrication des aiguilles, 6 perçoirs ou poinçons, 11 marteaux à manche, 13 ciseaux à pointes pour l'écaillement des blocs-matrices.

Les pointes de flèches sont particulièrement remarquables et l'on peut y reconnaître cinq ou six variétés : il y en a en queue-d'aronde et à pédoncule, d'autres en queue-d'aronde et sans pédoncule; quelques-unes sont à ailerons, une quatrième catégorie affecte la forme triangulaire, et deux autres celles de la feuille de myrte et du stylet.

Avec les silex ouvrés et aux mêmes niveaux, M. Van Raemdonck a recueilli également une grande quantité de tessons de vases, grossièrement modelés à la main et cuits au feu. Il serait inexact cependant de les rapporter tous à l'époque néolithique : ici comme ailleurs on constate la réunion de vestiges d'âges très divers.

Si l'on excepte une ligne de reliefs qui, de Steendorp à Lokeren, marquent le cours de l'Escaut et de la Durme et peut-être les anciennes dunes de leur rive gauche, le pays de Waes ne forme qu'une plaine unie. Ce ne sont donc pas nécessairement les endroits les plus élevés qui ont fourni le plus de restes de l'industrie humaine, on en a rencontré à toutes les altitudes. Ils se trouvaient à la surface du sol ou à peu de profondeur dans la terre végé-

tale. M. Van Raemdonck en conclut très justement que, « sur le haut du pays de Waes, c'est-à-dire sur la partie comprise entre la limite intérieure de nos plus anciens polders de l'Escaut, le niveau habité par nos peuplades préhistoriques différait peu du niveau actuel (1). »

En ce qui concerne l'état de civilisation de l'homme préhistorique du nord de la Flandre, les recherches de M. Van Raemdonck marquent un progrès, pour certaines déductions, sur celles de M. van Overloop. Ainsi, M. van Overloop avouait ne pouvoir décider si les indigènes de Mendonck connaissaient le feu, tout en croyant que probablement il ne leur était pas inconnu. Mais M. Van Raemdonck est en mesure d'affirmer comme certain l'emploi du feu chez les autochtones du pays de Waes, voisins de ceux de Mendonck. Indépendamment de 112 morceaux de silex brûlés, craquelés, effrités, devenus blancs et opaques sous l'action du feu, il a trouvé des tessons de vases dont quelques-uns ont été si fortement cuits qu'ils rendent un son clair à la percussion, qu'ils sont devenus rouges comme des briques, et qu'ils portent même encore des traces de la fumée d'un foyer flamboyant. En outre, il a recueilli un bon nombre d'ossements carbonisés à la surface, et auxquels adhèrent encore des morceaux de charbons de bois, preuve incontestable de la combustion.

Nous devons expliquer maintenant une apparente contradiction qui semble ressortir des travaux de MM. van Overloop et Van Raemdonck. Le premier n'a pas rencontré une seule fois les nucléus ou blocs-matrices : au contraire, M. Van Raemdonck en possède quelques-uns dans ses collections. Il y a plus : au hameau du Kauter se dresse l'extrémité septentrionale d'un ancien banc de sable de l'immense Escaut préhistorique. Dans ce sable sont disséminés, à différentes hauteurs, des rognons intacts ou brisés de silex noir, encroûtés et patinés de craie

(1) *Le Pays de Waes peuplé à l'époque néolithique*, p. 49.

blanche légèrement teintée en rouge par le sable ambiant. Ces rognons ont donc dû être enlevés à un dépôt crayeux, et par conséquent ils ne sont pas en place au pays de Waes. D'où viennent-ils et comment ont-ils été amenés au Kauter ? M. Van Raemdonck pense que ces rognons ne sont autre chose que des blocs-matrices des peuplades préhistoriques de Tamise, de Rupelmonde et de Basele, tombés ou jetés dans l'Escaut qui les aurait chassés jusqu'au Kauter, lequel n'en est éloigné que d'une vingtaine de kilomètres seulement en ligne droite. En aucun cas, les premiers hommes du pays de Waes ne se sont approvisionnés de la matière première pour leurs silex ouvrés. Tout donne à croire en effet que, même à l'époque néolithique, les territoires de Kieldrecht et du Kauter plongeaient encore dans l'estuaire de l'Escaut. Il n'y a donc pas de contradiction réelle entre l'absence de nucléus dans la région de Mendonck et la présence de blocs-matrices amenés d'ailleurs dans le pays de Waes.

Quoi qu'il en soit, les preuves ne manquent plus pour établir d'une manière indubitable le fait de l'occupation préhistorique de la Flandre. Après ce que nous venons de dire, nous croyons pouvoir affirmer avec un juge compétent, M. van Overloop, que M. Van Raemdonck a réussi à nous révéler tout un monde préhistorique dont, avant lui, on n'aurait pas soupçonné l'existence.

Pour compléter ce qui concerne l'homme préhistorique en Flandre, nous avons à parler du travail de M. E. Delvaux sur les alluvions de l'Escaut et les tourbières aux environs d'Audenarde (1).

Le 17 juin 1883, M. Delvaux annonçait à la Société géologique de Belgique la découverte d'ossements de mammifères dans la tourbe, aux environs d'Audenarde, et quelques mois plus tard ses persévérants efforts pour

(1) Extrait des *Annales de la Société géologique de Bruxelles*, t. XII, MÉMOIRES, 1885.

l'exploration du même dépôt étaient récompensés par la trouvaille importante d'un certain nombre d'ossements d'animaux, associés cette fois à des restes humains et à des instruments de travail en corne de cervidés. On était donc en présence d'un gîte préhistorique à formes typiques bien caractérisées.

Autour d'Audenarde s'étend un vaste dépôt tourbeux qui, au siècle dernier, était en pleine exploitation ; la dernière tranchée s'est refermée il y a plus de trente-cinq ans. On peut distinguer dans cette tourbe qui, à certains endroits, a une profondeur d'environ trois mètres, une double couche. La partie supérieure est composée de joncs pressés, de roseaux couchés et de menus fragments de bois flotté. A ce niveau, on n'a jamais rien trouvé. Le dépôt inférieur, formé par un enchevêtrement de mousses, d'équisétacées et de lycopodes, renferme « des troncs d'arbres noircis, avec leurs branches, étendus horizontalement, et, à certaines places, on y a observé des débris de pilotis ou pieux, avec encoches et perforations, enfoncés verticalement et revêtus d'un enduit abondant de vivianite (1). » Cette couche a fourni une hache polie en chloromélanite, une autre en silex avec manche en corne de cerf, divers petits objets en corne de cerf, des grains de froment carbonisés, du charbon de bois et des sarments de vigne assez nombreux.

Toutefois, à l'endroit où M. Delvaux a fait des découvertes d'objets préhistoriques, la tourbe ne se présente pas dans les mêmes conditions. Là, il n'y a plus que des débris : végétaux hachés, tiges rompues, concassées et entraînées. Il semble évident que la tourbe a été profondément entamée par les affouillements du fleuve.

La faune des tourbières d'Audenarde est plus variée que celle de Mendonck et du pays de Waes : il y a en plus deux variétés de *Canis familiaris*, le loup *(Canis*

(1) *Les Alluvions de l'Escaut et les tourbières aux environs d'Audenarde*, p. 18.

lupus), le renard *(Canis vulpes)* et surtout le castor. « A diverses reprises, on a retrouvé des crânes, des mandibules et même, s'il faut en croire certains renseignements, des squelettes entiers de castor, d'assez grande taille (1). » La plupart des ossements d'animaux sont brisés : les os longs le sont transversalement par le milieu de la diaphyse, souvent on reconnaît la fracture intentionnelle.

Mais ce qui donne, pour le point de vue spécial qui nous occupe, la plus haute importance aux recherches de M. Delvaux, c'est la découverte, au milieu des débris que nous avons mentionnés, de deux fémurs humains. Voici, d'après l'auteur, la description fort détaillée de ces deux pièces intéressantes.

Le premier fémur appartient au membre droit, son volume est considérable et sa forme massive. Il est malheureusement brisé au-dessus du deuxième trochanter, impossible donc de rien décider au sujet du troisième trochanter (2). Par contre, la fosse hypotrochantérienne est nettement accusée. L'autre fémur est du membre gauche ; brisé au-dessous du deuxième trochanter, il a néanmoins la fosse hypotrochantérienne clairement marquée.

Ces détails ont leur valeur, car ils nous permettent de ranger les fémurs des tourbières d'Audenarde dans la série néolithique. En effet, dans son étude sur le troisième trochanter, M. le Dr Houzé arrive aux conclusions suivantes : « En Belgique, le troisième trochanter est exceptionnel à l'âge du renne (époque quaternaire) ; il a une fré-

(1) *Ibid.*, p. 21.

(2) Les trochanters sont des apophyses qui servent d'attache à des muscles dont l'insertion supérieure se trouve sur le pelvis : l'action de ces muscles pelvi-fémoraux est rotatoire. La présence du troisième trochanter et de la fosse hypotrochantérienne chez l'homme, en fournissant des données sur la force et l'énergie musculaire du sujet, permet d'inférer certaines déductions sur le degré de civilisation qu'il a atteint et sur ses caractères ataviques. Voir Dr E. Houzé, *Communication sur la présence du troisième trochanter chez l'homme.* BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE BRUXELLES, t. II, p. 21.

quence de 38 % à l'âge de la pierre polie, à cause de l'arrivée d'un élément ethnique nouveau... La fosse hypotrochantérienne est un caractère constant de tous les fémurs de l'âge du renne en Belgique ; encore très accusée, mais moins fréquente à l'âge de la pierre polie, cette dépression devient positivement rare et tend à s'effacer à l'époque moderne (1). »

S'il en est ainsi, la conclusion s'impose toute naturelle pour les fémurs extraits par M. Delvaux des tourbières d'Audenarde : ils appartiennent à la période néolithique.

Ces indices fournis par l'anatomie ont été confirmés d'autre part. Parmi de beaux bois de cervidés, recueillis ou ramenés par la sonde en même temps et au même point que les fémurs, se trouvait un tronçon de ramure qui porte des traces évidentes du travail de l'homme ; car la partie la plus étroite du bois est taillée en biseau, et on peut encore reconnaître l'action de la hache en silex. « A l'extrémité opposée, beaucoup plus développée, on a pratiqué au milieu de l'empaumure une cavité, une ouverture cylindrique qui traverse la pièce de part en part. Quoique l'instrument soit brisé par le milieu, ce qui reste suffit pour reconstituer le trou d'emmanchure (2). »

M. Delvaux pense que cette arme aura servi de hache-marteau : c'est du reste un type caractéristique de l'époque robenhausienne. Cette pièce n'est pas non plus la seule preuve qui vienne s'ajouter à la présence des ossements humains pour démontrer que le site d'Audenarde était habité à l'âge préhistorique. Sur la colline d'Edelaere et un peu partout aux environs, M. Delvaux a recueilli de nombreux silex taillés et polis : citons une hache polie en roche dioritique, un grattoir en silex, type robenhausien, une pointe de flèche en silex inachevée ; une autre à pédoncule, sans ailerons; une troisième à ailerons et plu-

(1) *Ibid.*, p. 43.

(2) *Les Alluvions de l'Escaut et les tourbières aux environs d'Audenarde*, p. 27.

sieurs autres sans pédoncule ni ailerons ; enfin un éclat en forme de poinçon avec fines retouches.

Voici comment M. Delvaux essaie de reconstituer, sur les données géologiques et paléontologiques que nous avons indiquées, la région occupée par les premiers habitants d'Audenarde et l'état de leur civilisation. La colline de Bevere s'avançait, en face de la montagne d'Edelaere, en forme de haut promontoire, de manière à produire un étranglement dans la vallée et à retenir les eaux tumultueuses du fleuve. En amont, sur l'emplacement qui est aujourd'hui Audenarde, s'étalait un vaste lac. Les versants des collines avoisinantes étaient couverts d'épaisses forêts où dominaient le chêne, le bouleau et le hêtre, et où erraient le sanglier, le cerf, le loup et le renard. Livrées à une culture rudimentaire, certaines côtes étaient bordées de saules, de rumex, de renoncules, d'euphorbes et de noisetiers, d'autres étaient plantées de vignes. La présence de la vigne, dont on a trouvé de nombreux restes fossiles, indique une température relativement douce, qui explique le développement considérable de la tourbe. Il y a d'assez fortes raisons pour penser que l'homme élevait des cabines sur pilotis et que de rudimentaires palafittes ont existé sur les rives du lac d'Audenarde.

M. Delvaux croit aussi pouvoir conclure que « nous sommes en présence d'une peuplade d'agriculteurs, ayant une demeure fixe et des animaux domestiques, élevant sans doute des troupeaux. Ces hommes, de taille moyenne ou de petite taille, sont forts, vigoureux, robustes ; peut-être sont-ils noirs ou bruns de chevelure ; en tout cas, leur main est petite (1) ; ils habitent encore, comme leurs ancêtres, les plateaux, car la plaine est souvent ravagée par les crues subites suivies d'inondations ; les plus hardis, poussés par la nécessité de pourvoir à la subsistance de leur famille ou emportés par l'ardeur de la chasse ou

(1) Cette particularité de conformation se constate par l'exiguïté de la poignée des instruments ou des armes.

de la pêche, se hasardèrent à élever des constructions temporaires sur le lac : celles-ci sont construites légèrement, avec peu de soin, comme le sont d'ordinaire les abris de chasseur, des habitations d'un jour (1). »

Comme terme de comparaison avec la découverte de M. Delvaux, nous rappellerons celle de M. Ch. Morren, qui, dès 1833, exhumait des crânes humains des tourbières de la Flandre (2).

Pour résumer ce que nous avons dit de l'homme préhistorique en Flandre à l'époque néolithique, il est aujourd'hui avéré que, dès cette période reculée, cette partie du pays était habitée par l'homme. Il est même très probable que des recherches ultérieures viendront compléter les intéressantes études de MM. van Overloop, Van Raemdonck et Delvaux.

II

L'HOMME PRÉHISTORIQUE DANS LA PROVINCE D'ANVERS.

Pour la province d'Anvers, les découvertes que nous avons à signaler ne se groupent pas avec la régularité constatée précédemment dans la Flandre-Orientale.

Avant de retrouver, dans la région anversienne, la trace certaine de l'homme, il faut aller jusqu'au quaternaire moyen (3). Même là, elles sont extrêmement rares ; le fameux marais de Lierre, d'où a été extrait le gigan-

(1) Ces abris étaient construits en branchages, en joncs, roseaux et argile. On y trouve des foyers circulaires, avec silex craquelés, ayant subi l'action du feu à divers degrés.

(2) *Messager des sciences historiques de Belgique*, t. I, p. 267.

(3) Pour prévenir des confusions, car tous les géologues ne s'accordent pas sur la classification du quaternaire d'Anvers, rappelons qu'avec M. van Ertborn il y a lieu de distinguer, dans les terrains géologiques d'Anvers, le quaternaire inférieur d'origine marine, le quaternaire moyen fluviatile et le quaternaire supérieur ou campinien de formation récente. Voir *Bulletin de la Société de géographie d'Anvers*, t VI, pp. 334-362.

tesque mammouth qui fait l'ornement du musée d'histoire naturelle de Bruxelles, n'a pas fourni le moindre indice de la présence de l'homme. C'est il y a deux ans seulement que MM. van Ertborn et Paul Cogels ont observé, au nord de la province d'Anvers, une couche quaternaire d'argile poldérienne de la Meuse, dans laquelle ont été recueillis des bois de renne, incisés de main d'homme lorsqu'ils étaient à l'état frais. L'âge de ce dépôt est donc nettement défini ; sa sédimentation date de la période moyenne des temps quaternaires, celle pendant laquelle le mammouth et le renne vivaient en Belgique. Cette découverte, disent MM. van Ertborn et Cogels, a une importance qui n'échappera à personne ; elle prouve que la basse Belgique était habitée avant l'invasion de la mer campinienne (1).

On a recueilli encore d'autres cornes d'animaux entaillées et travaillées, lors des dragages faits dans l'Escaut, pour la rectification des quais d'Anvers. MM. François et Vincent Claes les possèdent dans leur collection archéologique. C'est d'abord une grande ramure qui se subdivise en quatre branches, et sur l'une des branches, la plus longue, on remarque deux stries horizontales : l'une de ces stries constitue une forte entaille, dont le but probable était de séparer la partie effilée de la corne pour en faire un instrument à creuser le bois ou la terre. On a du reste trouvé quatre cornes ainsi travaillées, percées d'outre en outre ou ornées de cannelures.

Aux époques postérieures, dites néolithiques en archéologie et quaternaires supérieures ou campiniennes en géologie, la présence de l'homme sur le sol d'Anvers s'accuse avec évidence. Les preuves abondent même, et là, comme dans le reste de la Belgique, l'on a rencontré un grand nombre de haches et de couteaux en silex. On cite d'abord deux silex éclatés de la collection de MM. Claes, que

(1) *Anvers à travers les âges*, p. XXI.

l'on peut considérer comme ayant servi de percuteurs. Au musée du Steen, à Anvers, on conserve aussi trois couteaux dont l'un, qui a $0^m,25$ de longueur, est fort caractéristique : il rappelle, quoique de moindre dimension, le magnifique couteau, taillé à grands éclats, qui se trouvait dans la collection de M. H. Le Hon et qui a été figuré dans son ouvrage sur l'homme fossile. Ce sont encore des types très frappants que les quatre têtes de lances, appartenant aussi à MM. Claes (1).

Les alluvions de l'Escaut ont livré une grande quantité de pointes de flèches en silex : la collection déjà mentionnée renferme entre autres une série très intéressante de six pointes. Celle à ailerons prolongés sans pédoncule est surtout remarquable. Ces pointes ont été trouvées aux nouvelles fortifications entre les portes de Boom et de Saint-Michel (Kiel). Comme il y avait à cet endroit un grand nombre d'éclats du même silex, il est vraisemblable que les pointes en question ont été fabriquées sur place, ou du moins qu'elles n'ont pas été importées toutes faites d'ailleurs.

Mais le plus bel instrument de pierre qui nous vienne de la province d'Anvers est sans contredit la magnifique hache en pierre polie emmanchée dans un bois de cerf. On l'a extraite de la tourbe. Elle est conservée aujourd'hui dans les collections du musée d'histoire naturelle de Bruxelles, et elle est bien connue de tous les archéologues belges.

Le travail humain se constate encore d'une manière bien saisissante dans un grand nombre de poinçons en bois de cerf, recueillis à Anvers, lors de la rectification des quais, avec une série de neuf têtes de flèches en os et en corne de différentes grandeurs et de grosseurs variées. Ces curieux objets ne sont pas une des moindres preuves en faveur de l'existence de l'homme préhistorique à Anvers.

(1) Tous ces objets ont été pour la première fois reproduits par la gravure dans la notice de J. Vanden Gheyn, *L'Homme préhistorique d'Anvers*, rédigée pour le grand ouvrage de M. Génard, *Anvers à travers les âges*.

S'il est difficile de préciser le caractère et l'usage de trois pièces en os trouvées avec les instruments dont nous venons de parler, il n'en est pas moins certain que ces pièces accusent des indices irrécusables de l'industrie humaine. Et, en tout cas, dans les restes que nous avons décrits, nous trouvons, sans présomption aucune, la preuve qu'à l'époque où se développaient le campinien, les alluvions et les tourbières qui ont livré ces restes, Anvers et son territoire étaient habités.

Une autre considération est à faire valoir pour démontrer, même *à priori*, que l'homme pouvait avoir apparu à Anvers pendant le quaternaire supérieur. Nous avons vu en effet, au chapitre précédent, que MM. van Overloop, De Geest et Van Raemdonck ont signalé la présence de l'homme au pays de Waes. Or, si l'homme vivait dans les contrées waesiennes à l'époque néolithique, il est très probable qu'il occupait également les environs d'Anvers, puisque les terrains quaternaires de la rive gauche de l'Escaut sont, géologiquement parlant, identiques à ceux de la rive droite. A défaut de preuves particulières et positives pour Anvers, l'existence de l'homme au pays de Waes entraîne donc par induction celle de races contemporaines dans la région d'Anvers.

Il n'est pas tout à fait impossible d'assigner une date approximative à la première apparition de l'homme sur le sol d'Anvers. Voici en effet quelques données synchroniques qui peuvent fixer cette chronologie.

M. van Ertborn considère le campinien comme peu ancien, et la preuve en est que la mer campinienne a donné à la basse Belgique son relief actuel et creusé le Pas-de-Calais. L'homme vivait donc sur les rives de l'Escaut, encore misérable et disputant sa subsistance aux animaux, tandis qu'en Orient, vers 2500 avant Jésus-Christ, se fondaient les brillants empires de Ninive, de Babylone, de Thèbes et de Memphis. Il y était encore quand, vers 1500 ou 1200, la civilisation aryenne, par les Celtes et

les Germains, apporta dans ces contrées les instruments de bronze et de fer avec la culture des céréales et la domestication du grand bétail.

Comme on a pu s'en convaincre par l'exposé sommaire que nous venons de présenter des restes de l'industrie humaine primitive dans la province d'Anvers, il n'est pas question d'ossements de l'homme pour attester ici sa présence. Aussi a-t-on pu écrire qu'il ne nous est parvenu des anciens Anversois que les indices de leur rudimentaire civilisation, que, pour leurs ossements, la terre les avait absorbés, et qu'il n'en restait pas un pour nous dire leur structure anatomique et par suite nous dévoiler quelque chose de leur ethnogénie (1).

Quelques auteurs ont cru pouvoir rapporter aux époques anciennes deux crânes humains déposés au Musée du Steen à Anvers. Ce sont ceux qui ont été décrits jadis par MM. Uytterhoeven et De Wael (2). A notre sens, ces crânes ne peuvent remonter aux âges préhistoriques : ils ont été trouvés associés à des instruments en fer, un poignard et un fragment de lance. Néanmoins, M. Torfs pense que ces crânes ont été amenés par les eaux (3); mais la preuve qu'il en donne, à savoir l'absence d'autres parties squelettiques, ne semble pas fort concluante. Du reste, M. Paul Cogels assure que les crânes datent de la période espagnole. Il ne s'agit donc pas de l'homme préhistorique.

Nous tenons aussi pour suspect et manquant d'authenticité un frontal humain qui a été trouvé dans les tourbières de la province d'Anvers, et dont M. H. Le Hon parle à deux reprises (4). Il le représente comme étant plus bas que les crânes de la moyenne actuelle, et surtout plus

(1) J. Van den Gheyn, *L'Homme préhistorique d'Anvers*, p. 8.
(2) *Bulletin de la Société paléontologique*, t. I, p. 74.
(3) *Nieuwe Geschiedenis van Antwerpen*, 1ste deel, p. 3.
(4) *L'Homme fossile*, p. 150.

aplati : ce serait le similaire du crâne de Borreby, trouvé en Danemark (1).

Il convient peut-être d'accorder plus de créance à la découverte d'un fémur gauche, retiré d'une tourbière d'Anvers et conservé au musée de Bruxelles (2). M. Houzé l'a figuré dans son étude sur le troisième trochanter (4).

III

L'HOMME PRÉHISTORIQUE DANS LE LIMBOURG.

Notre travail de synthèse pour cette province est singulièrement facilité par une brochure qu'a publiée cette année M. le Dr C. Bamps, et dans laquelle il dresse l'inventaire consciencieux de toutes les découvertes d'antiquités antérieures à la domination romaine, faites dans le Limbourg belge (4). Nous ne séparons pas non plus de cet examen les travaux entrepris par MM. C. Ubaghs et De Puydt pour le Limbourg hollandais : ils y rentrent trop naturellement et peuvent jeter du jour sur l'ensemble des questions que nous cherchons à élucider.

Pour bien fixer les idées, il est à noter d'abord que, pour l'époque paléolithique, on n'a recueilli au Limbourg aucun vestige humain. On peut toutefois rapporter à cette période quelques objets en pierre éclatée, trouvés à Ophoven, au nord de Maeseyck (5). En outre, M. Schuermans possède deux haches extraites incontestablement de la même roche de silex blond que les haches d'Ophoven ;

(1) *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme*, 1866, t. II, p. 116.

(2) N° 2079 B.

(3) Planche II, Fig. 1.

(4) Dr C. Bamps, *Aperçu sur les découvertes d'antiquités antérieures à la domination romaine faites dans le Limbourg belge.* Hasselt, 1887.

(5) Une partie se trouve dans la collection de M. Schuermans, premier président de la cour d'appel de Liège, et le musée de Bruxelles possède également une hache non polie de cette localité. Voir *Catalogue*, 1877, B 95.

mais, comme elles ont été trouvées à Hunsel en Hollande, nous n'avons pas à insister ici.

On n'a jusqu'ici rencontré, dans le Limbourg belge, d'autres restes humains que le fragment de tibia exhumé à Herck-Saint-Lambert du parc de M. le Vte de Brigode. Cet os était associé avec des ossements d'*Urus (Bos primigenius)* et avec des débris de poteries (1). M. Bamps remarque qu'il y a une analogie incontestable entre cette découverte et celle de la station lacustre de Maestricht décrite par M. Ubaghs (2). Si cette dernière est beaucoup plus importante que celle de Herck, il n'en est pas moins vrai que les objets découverts dans les deux localités paraissent contemporains.

Faisons maintenant avec M. Bamps l'inventaire résumé des nombreuses pièces préhistoriques recueillies dans le Limbourg. Il y a d'abord à signaler, sur le territoire de la commune de Diepenbeek, au hameau de Trekschueren, une magnifique hachette en roche verte, de 62 millimètres de long sur 37 de large et 18 d'épaisseur. Des pièces analogues ont été ramassées à trois autres endroits du Limbourg, à Caulille, Kinroy et Spalbeek. Ces hachettes sont fort rares, et M. le baron Alfred de Loë, qui en a trouvé également une à Harmignies dans le Hainaut, en donne l'interprétation suivante (3) : Ces objets ne semblent pas avoir pu servir d'armes ni d'outils. Boucher de Perthes les considérait déjà de son temps comme des armes de luxe, des instruments de culte, ou bien encore comme des offrandes funéraires, peut-être même comme une sorte de monnaie. Pour d'autres savants, ce sont des haches votives ou des amulettes. Les roches dans lesquelles elles sont taillées ne se trouvent pas sur le sol belge ; les fragments de diorite ou de diabase recueillis en 1858 dans les graviers de Genck sont probablement des débris de blocs

(1) Voir *Bulletin de la Société des Mélophiles de Hasselt*, t. IX.
(2) Cfr *Revue des questions scientifiques*, avril 1887.
(3) *Annales du cercle archéologique de Mons*, t. XX.

erratiques apportés de Scandinavie, à l'époque glaciaire, et en tout cas n'ont pu fournir la matière première suffisante pour toutes les hachettes vertes trouvées en Belgique. L'hypothèse la plus probable est celle qu'a émise M. Van Bastelaer, au Congrès d'histoire et d'archéologie de Namur, à la suite de la constatation faite par M. l'ingénieur Blanchard d'immenses dépôts de roches dioritiques vertes en Norvège (1). Quoi qu'il en soit, la présence des hachettes en diorite dans l'industrie préhistorique du Limbourg constitue une donnée importante à relever : ne semble-t-elle pas indiquer que la population néolithique de cette province était en contact suivi avec des trafiquants étrangers venus probablement du nord?

Outre la hachette de Trekschueren, le territoire de Hasselt a fourni encore un certain nombre d'autres objets de l'âge de la pierre. Citons, d'après M. Bamps, une hache en silex brunâtre de 16 centimètres de longueur, une autre en silex gris, les deux haches des environs du château de Kievit, une pointe de flèche et une hache en silex brun veiné de noyaux rouges et blancs, mesurant environ 17 centimètres de longueur et offrant un tranchant ébréché de 7 centimètres de contour (2). Signalons aussi une pierre ronde, à surface usée et trouée, trahissant un long usage. « Cette boule, très irrégulièrement sphérique et grossièrement taillée, pèse environ 495 grammes et mesure 22 à 23 centimètres de circonférence. » M. Bamps croit que cette pierre servait de meule à écraser le blé. Il appuie cette manière de voir sur la comparaison qu'on peut établir avec des boules de même espèce trouvées à Troie et figurées dans l'ouvrage de M. Schliemann (3). Le Musée d'antiquités de la porte

(1) *Compte rendu des travaux du Congrès,* p. 119. Cfr *Bulletin de la Société paléontologique et archéologique de Charleroi*, t. XIV, 1886.

(2) *Op cit.*, pp. 20, 21. Cfr *Bulletin des Mélophiles de Hasselt,* t. VII, X, 20.

(3) Nos 95, 96, 694, 695, 1382 et 1447. *L'Ilios, ville et pays des Troyens.* Traduction Egger, 1886.

de Hal, à Bruxelles, en possède deux exemplaires, et il se trouve une boule toute semblable dans la collection de M. Cantillon, à Diest, trouvée aux environs avec plusieurs objets de l'époque néolithique.

M. Bamps analyse ensuite le catalogue de la collection préhistorique du comte Wenceslas de Renesse : on y voit entre autres deux haches d'une pierre de couleur jaune et huit pointes de flèches dont trois à ailerons (1). Puis, M. Bamps donne une liste alphabétique complète des communes du Limbourg où des objets de l'époque néolithique ont été trouvés : il décrit ces objets et nous apprend dans quelles collections on peut les étudier (2).

Voici les principales conclusions qui se dégagent de ce relevé. On arrive à un total de plus de cinquante communes de la province dans les limites desquelles on a rencontré des restes de l'âge de la pierre polie, soit plus du quart des communes. Les objets recueillis se chiffrent par centaines : ce sont surtout des haches et des pointes de flèches. Sur la carte, les trouvailles se groupent avec une disproportion qui appelle les réflexions. On peut distinguer plusieurs centres. Le sud, à part une station importante signalée par M. De Puydt dans la vallée du Geer (3), n'a fourni que sept objets. Au contraire, le groupe du nord-est est d'une remarquable fécondité : il s'étend sur les bassins du Molenbeek et de l'Itter et se rattache intimement aux stations des environs de Ruremonde. Le groupe du nord, qui court le long du Dommel et de ses affluents, est extrêmement riche : il a fourni à lui seul une quarantaine d'objets. Il en est de même pour le

(1) M. Schuermans a figuré ces pièces dans les t. X et XII du *Bulletin des Commissions royales d'art et d'archéologie*.

(2) *Op. cit.*, pp. 33-46.

(3) A Vroenhoven, Canne, Wonck et Roclenge. La station de Wonck ne manque pas d'importance. M. De Puydt y a signalé des blocs-matrices et de nombreuses lames. Voir Marcel De Puydt et Max Lohest, *Notice sur des stations de l'âge de la pierre polie*. Bulletin de la Soc. d'anthropologie de Bruxelles, t. V, 1886-1887.

centre du nord-ouest. Le groupe central, disséminé le long du Démer, comprend les environs de Hasselt et de Diest.

D'après M. Bamps, les lieux de toutes ces trouvailles longeraient les *thalwegs* des vallées, et, à l'appui de cette opinion, il cite MM. De Puydt et Lohest, qui auraient également constaté que c'est dans le voisinage des cours d'eaux et sur les bords des plateaux aux flancs escarpés que l'on aurait récolté le plus de silex taillés. Cette conclusion a été cependant attaquée par M. Cumont à l'une des dernières séances de la Société d'anthropologie de Bruxelles et, plus récemment, à la première section du congrès d'histoire et d'archéologie tenu à Bruges, par MM. Cumont, de Munck et Soreil.

Quoi qu'il en soit, M. Bamps n'en a pas moins démontré d'une manière péremptoire, pièces en mains, qu'à l'âge de la pierre polie le Limbourg belge était, dans toute son étendue, habité par l'homme. Jusqu'ici, il ne reste dans cette province qu'une bande, assez large il est vrai, qui suit la ligne de partage entre le bassin de la Meuse et celui de l'Escaut, où l'on n'a pas réussi à découvrir encore des traces de l'industrie primitive de l'homme.

Les travaux de M. Ubaghs, relatifs au Limbourg hollandais, dont nous devons parler maintenant, portent sur la station lacustre de Maestricht et sur les ateliers préhistoriques de Sainte-Gertrude. Nous ne dirons plus rien de la première de ces découvertes, car la *Revue* a naguère analysé en détail le mémoire publié à ce sujet par M. Ubaghs (1). Il nous reste donc à parler de la seconde.

Le gisement de Sainte-Gertrude a été découvert en 1885 par MM. De Puydt et L. Moreels, et il a donné lieu à quatre publications que nous devons brièvement analyser (2).

(1) N° d'avril 1887, p. 575.

(2) Deux de ces études sont dues à M. De Puydt; l'une a paru dans les *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme*, 3e série, t. II, 1885, pp. 449-452, l'autre dans les *Annales de la société d'histoire et d'archéologie du duché de Limbourg*, 1887. M. Ubaghs a publié cette année

Au sud-sud-est de Maestricht, à une demi-lieue environ de la Meuse, sur près d'un kilomètre d'étendue, se prolonge, parallèlement à la route et au chemin de fer de Liège, une montagne boisée. Dans la partie septentrionale de cette montagne, à une altitude d'une cinquantaine de mètres au-dessus de la vallée de la Meuse, on a constaté une accumulation extraordinaire de silex. Elle forme des entassements qui atteignent de $0^m,50$ à $1^m,50$ d'épaisseur, en décrivant un ovale irrégulier de 55 à 60 mètres de longueur sur 37 de largeur. C'est la station de Sainte-Gertrude. Il faut distinguer dans le gisement un atelier principal — c'est celui que nous venons de décrire — et deux ateliers secondaires, l'un à 200 mètres vers le sud, l'autre situé dans la gorge profonde et tortueuse qui, vis-à-vis de Ryckholt, débouche sur le grand plateau d'Eckelrade. Remarquons encore que, sur toute cette région, les silex sont disséminés en grande quantité, et qu'il y a lieu de traiter à part les instruments provenant des ateliers dont nous avons parlé et ceux qui ont été abandonnés de ci et de là dans les divers campements des premières populations de la contrée.

« D'une manière générale, l'industrie de Sainte-Gertrude ressemble à celle de la plupart des stations néolithiques de notre pays », dit M. De Puydt. Néanmoins, elle a sa physionomie propre, et il n'est pas possible d'en confondre les produits, par exemple, avec ceux des diverses stations de la Meuse aux environs de Namur.

Voici les principaux objets qui ont été extraits à Sainte-Gertrude. D'abord des haches polies de formes variées. Cependant le polissage est ici bien plus sommaire qu'en d'autres endroits : à peine possède-t-on vingt exemplaires de haches complètement polies. Ordinairement à tranchant courbe et d'assez faible dimension, les haches de cette sta-

même *Les Ateliers ou Station* (sic) *dits préhistoriques de Sainte-Gertrude et Ryckholt près de Maestricht.* La dissertation de M. Moreels se trouve dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XIII, 1886.

tion étaient probablement fixées dans une gaine. Citons encore trois instruments taillés à grands éclats qui, pour M. De Puydt, ont pu servir de houes. Le grattoir est l'outil le plus abondant : de forme discoïde ou en fer à cheval, il a les retouches limitées à une partie seulement du pourtour; les grattoirs doubles sont rares. Leur épaisseur relative vers le bulbe de percussion prouve que les grattoirs n'étaient pas destinés à l'emmanchure et que l'ouvrier les tenait à la main. Il y a naturellement aussi des lames et des couteaux, soit entiers, soit en fragments. On a trouvé un très beau couteau de 142 millimètres, retouché sur les deux arêtes. A Sainte-Gertrude, les pointes de flèches sont relativement rares et peu soignées : il faut attribuer cette imperfection à la grossièreté du grain du silex employé.

Ce sont là les principaux outils recueillis : il en est encore une quantité considérable qui manquent de caractère précis et auxquels il serait très imprudent d'attribuer un usage ou une dénomination déterminés. Enfin, Sainte-Gertrude a fourni aux collections de M. Nuel, professeur à l'université de Liège, deux instruments en bois de cerf, taillés en forme de pic : ils portent des raies et les traces d'un usage prolongé. D'ailleurs, leur aspect seul trahit un travail humain qui les a accommodés et leur a donné leur forme actuelle.

L'atelier de Sainte-Gertrude constitue une importante découverte préhistorique : il appelle des études comparatives avec la plupart des campements anciens des provinces de Liège et de Namur, Hastedon, Marche-les-Dames, Pont-de-Bonne, Ghlin, Tilff, etc. M. De Puydt n'est pas éloigné de penser que des fouilles pratiquées avec soin donneraient des résultats encore plus intéressants et pourraient mettre au jour des ossements et des débris de poterie.

Une particularité observée très généralement sur le *facies* des silex de Sainte-Gertrude permet de conjecturer

que la peuplade qui a exploité cette station a dû y séjourner un temps considérable. En effet, les silex ont été taillés à deux reprises et à des intervalles assez éloignés pour qu'une patine blanche ait pu se former sur les éclats enlevés lors de la première taille. Du reste, l'étendue même des stations justifie la conjecture émise par M. De Puydt sur le temps du séjour des tribus primitives du Limbourg à Sainte-Gertrude.

Nous avons vu que les haches et les pointes de flèches sont polies ou taillées avec fort peu de délicatesse. Est-ce un indice de l'antiquité des habitants ? Nous n'oserions l'affirmer trop catégoriquement. Toutefois, les comparaisons établies avec d'autres stations néolithiques tendent à insinuer que le site de Sainte-Gertrude n'appartient pas à la dernière période de la pierre polie. C'est la conclusion de M. De Puydt (1).

Au contraire, M. Ubaghs est très porté à croire que ces stations sont relativement récentes. Sans doute, elles appartiennent à l'époque néolithique ; mais, en Belgique surtout, l'âge de la pierre est tout à fait relatif, et des arguments très concluants donnent à penser qu'il s'est prolongé jusqu'à la période gauloise, en d'autres termes qu'il ne remonte pas dans ces contrées au delà de 2000 ans. Ce n'est pas nous qui contredirons cette thèse (2). Avec plusieurs archéologues de mérite, parmi lesquels nous nous contenterons de citer M. Alexandre Bertrand, nous applaudissons à la sage réaction qui de jour en jour gagne du terrain sur la chronologie fantaisiste de l'école de M. de Mortillet. Mais, où nous ne suivrons plus M. Ubaghs, c'est quand il soutient comme opinion fort probable que l'atelier caché dans le bois, à une distance d'un millier de mètres au nord de l'entrée de la vallée de Sainte-Gertrude, n'était ni plus ni moins que l'arsenal des Éburons qui venaient là apporter

(1) *Quelques constatations relatives à la station néolithique de Sainte-Gertrude*, p. 20.

(2) *La Station de Sainte-Gertrude et de Ryckholt*, p. 33.

et cacher des silex pour les transformer plus tard en armes de pierre (1). Ce n'est pas le lieu de discuter cette curieuse hypothèse ; mais nous doutons fort qu'elle rallie l'adhésion d'un seul historien.

Avant de quitter la province du Limbourg, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer qu'elle a été pour l'archéologie un champ d'études extrêmement fertile. Il n'est pas douteux que cette partie du pays ait été, dès les temps les plus reculés, le séjour de l'homme. Une lacune toutefois demeure dans ces recherches, tout comme pour les Flandres : les tourbières de la Campine limbourgeoise n'ont pas encore été fouillées systématiquement, et cependant elles « recèlent certainement, dit M. Bamps (2), de nombreuses antiquités préhistoriques, peut-être même quaternaires. » C'est vers elles, ajoute-t-il, qu'il faut porter les investigations, pour arriver à faire, un jour, l'histoire de l'homme préhistorique en Campine. S'il est vrai, comme le constate avec regret M. Delvaux (3), que les tourbières de la moyenne Belgique et celles plus intéressantes encore du littoral des Flandres ont cessé d'être exploitées et se sont partout refermées, dérobant à tout jamais peut-être leurs secrets et des faits qui sont incontestablement du plus haut intérêt pour la géologie, l'anthropologie et l'histoire, il reste, dans la Campine limbourgeoise, quelques centres d'exploitation vers lesquels devront se porter, sans retard, les études des géologues et des archéologues.

(1) *Ibid.*, pp. 34-46.
(2) *Aperçu sur les déeouvertes d'antiquités*, p. 50.
(3) *Les Allurions de l'Escaut et les tourbières aux environs d'Audenarde*, p. 34.

IV

L'HOMME PRÉHISTORIQUE DANS LE BRABANT.

Pour la question du séjour de l'homme dans la basse Belgique, aux époques primitives, le point précis de savoir si la province centrale du royaume a gardé quelque trace de ce séjour a une haute importance. Il n'est pas douteux, en effet, que si l'on parvenait à reconstituer avec exactitude la position des stations préhistoriques du Brabant, on aurait là une donnée sûre pour établir les rapports ethniques qui ont probablement mis en contact, dès les temps les plus reculés, les populations de la haute et de la basse Belgique.

Du reste, ce point de vue a déjà préoccupé les archéologues. Quand les études que résument nos précédents chapitres eurent fait constater, d'une manière désormais incontestable, que l'âge de la pierre polie avait vu la partie septentrionale de la Belgique occupée par l'homme, on chercha tout naturellement à relier ces découvertes à celles qui avaient été effectuées dans le sud du pays. On y était d'autant mieux amené que la matière première des outils rencontrés, dans la Flandre par exemple, offrait la plus grande ressemblance avec le silex du Hainaut. M. van Overloop, sur l'avis de divers minéralogistes, assure que, selon toute probabilité, le silex gris de Mendonck vient du bassin de Mons. Les formes de Mendonck reproduisent exactement, bien qu'en petit, celles de Spiennes, et cela, non seulement pour les traits essentiels, mais encore pour les détails. Ainsi, pour ne citer ici qu'un fait, l'émoussement des arêtes est pratiqué en Flandre et dans le Hainaut avec une analogie si parfaite qu'on ne saurait l'interpréter autrement que comme le résultat d'une expérience commune (1).

(1) *Bulletin de la Société d'anthropologie de Bruxelles*, t. II, p. 357.

M. Van Raemdonck a fait des observations semblables pour les silex du pays de Waes. Les quatre gisements d'Obourg, de Spiennes, du Flénu et de Mesvin sont largement représentés parmi les silex ouvrés de sa collection (1).

Les conclusions de MM. van Overloop et Van Raemdonck ont été confirmées par les géologues qui se sont spécialement occupés du silex du Hainaut. M. Cornet n'a pas hésité à reconnaître l'espèce de Spiennes dans les silex taillés recueillis à Rupelmonde en 1876 et en 1877 (2), et M. de Munck s'est déclaré frappé des traits de ressemblance que les silex trouvés par M. Van Raemdonck accusent avec ceux des stations préhistoriques du Hainaut (3).

Ce fait de l'identité de matière première dans l'industrie néolithique au nord et au sud du pays devait donner l'idée de diriger les explorations depuis Spiennes et le Hainaut jusqu'à Rupelmonde, par la vallée de la Senne, afin de rétablir la voie commerciale qui, aux époques préhistoriques, mettait en rapport les peuplades de la basse et de la haute Belgique.

Il est vrai, ces explorations n'ont pas encore été conduites avec l'ensemble et l'esprit de suite qui eussent permis de dire avec certitude par quel chemin les silex du Hainaut furent importés en Flandre. Il y a cependant quelques découvertes isolées qui tracent une ligne de stations depuis Obourg et Spiennes jusqu'à Bruxelles. Nous allons les signaler malgré leur caractère incomplet ; car, si avec M. de Munck nous sommes bien persuadé que les observations isolées sont insuffisantes, d'autre part cependant les découvertes partielles préparent la voie aux vues d'ensemble ; il ne faut donc pas les négliger.

C'est surtout M. le Dr N. Cloquet qui a signalé les stations préhistoriques du Brabant. Dès 1866, il envoyait

(1) *L'Age de la pierre à Rupelmonde*, p. 60.
(2) *Ibid.*
(3) *Une méthode à suivre pour l'étude des migrations des peuplades des âges de la pierre*, p. 6.

à l'Académie royale de Belgique une note pour annoncer la trouvaille de silex taillés au bois de la Garenne et aux Vignobles (commune d'Arquennes), dans l'arrondissement de Nivelles sur un plateau qui domine la vallée de la Dyle à Ways, et enfin entre Wavre et le château de la Bawette (1). Ces objets consistent en silex d'assez petite dimension : toutefois, on y reconnaît nettement tout l'outillage primitif, coins, couteaux à coupe trapézoïdale, blocs-matrices, grattoirs, bouts de lances et de flèches. Au bois de la Garenne, qui avait fourni les plus belles têtes de flèches, M. Cloquet avait trouvé également des débris de poterie grossière, annonçant un âge très ancien de l'art céramique.

Plus tard, en 1872, M. Cloquet faisait part de ses nouvelles découvertes au congrès de Bruxelles (2), et depuis cette époque il n'a pas cessé de les poursuivre avec un zèle et une patience qui ont été souvent couronnés de succès.

Aussi, en 1878, pouvait-il présenter à ses collègues de la Société archéologique de Nivelles un ensemble très convaincant de faits pour démontrer l'existence de l'homme préhistorique dans cette région. En effet, des silex taillés, entre autres un magnifique grattoir circulaire, ont été recueillis à Virginal, à Luxensart, à Baulers, à Ophain, à Braine-le-Château, à Braine-l'Alleud, à Promelles.

Notre confrère de la Société scientifique, M. le Mis de Wavrin, a exploré les environs de Wavre et de Dion-le-Val ; il possède de cette partie du Brabant une collection de silex renfermant des milliers d'exemplaires de tous les instruments de l'époque néolithique. C'est un document qui a une grande importance pour la question dont nous nous occupons ici, et il serait fort désirable qu'on en essayât une interprétation raisonnée.

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XXII, n° 8, 1886. Cfr *Annales du Cercle archéologique de Mons*, t. VII, p. 301.

(2) *Compte rendu*, p. 327.

La zone de Louvain n'a pas encore été systématiquement fouillée, mais certains résultats isolés donnent à penser qu'une enquête régulière serait fructueuse. Plusieurs collectionneurs ont des pièces remarquables des environs de Louvain. M. Cloquet a trouvé des silex sur les collines de Kessel-Loo, entre autres un joli bout de flèche à pédoncule et à ailerons, bien festonné (1).

La vallée du Démer, à l'est du Brabant, a été également — plusieurs indices le font soupçonner — le séjour de l'homme au premier âge. Ainsi M. Delvaux a observé que la situation primitive de l'emplacement sur lequel s'élève aujourd'hui la ville de Diest forme l'exact pendant de la station d'Audenarde, décrite au premier chapitre de ce travail. Là aussi du reste, à ce qu'atteste M. Bamps dans son ouvrage, on a trouvé des outils en silex.

Nous avons donc, bien qu'elles ne soient pas suffisamment coordonnées, des preuves pour affirmer que la province centrale était, à l'époque préhistorique, occupée par l'homme, tout comme le reste du pays.

Il resterait, pour compléter cette étude, à rechercher quels rapports ont existé entre les populations du nord et du sud. Mais ce travail nous entraînerait trop loin : peut-être même serait-il prématuré dans l'état actuel des données fournies par la science préhistorique. Nous pourrons le reprendre un jour dans son ensemble, lorsque ces données seront plus nombreuses et plus concluantes.

J. Hygen.

(1) *Découvertes préhistoriques dans l'arrondissement de Nivelles et ses limites*, p. 16.

ÉTUDES FORESTIÈRES

DE L'EXPLOITABILITÉ

DE LA POSSIBILITÉ

ET DE LEURS DIFFÉRENTS MODES

I

DÉFINITIONS GÉNÉRALES.

La *possibilité* d'une forêt, c'est, comme le nom même l'indique, ce qu'une forêt *peut* produire. Mais, ainsi réduite, la définition serait incomplète, insuffisante et ne préciserait rien. La possibilité, en effet, ne consiste pas seulement en ce que peut produire une forêt, mais en ce qu'elle peut produire *sous la condition* expresse et absolue *de ne pas décroître*, de ne pas s'amoindrir, mais de se conserver et de se maintenir dans son état normal. Si l'on assimile une forêt à un capital représenté par une somme d'argent, on peut dire que sa possibilité est le revenu que l'on peut en tirer sans entamer le capital. Or, dans une forêt donnée, si la possibilité représente le revenu, comment est représenté le capital ? Il est représenté par plusieurs élé-

ments, dont les deux principaux et essentiels sont la valeur du sol et celle du matériel ligneux sur pied non encore exploitable. Il suit de là que la possibilité équivaudrait à l'accroissement annuel moyen de l'ensemble des végétaux ligneux composant le matériel sur pied, autrement dit le *peuplement* de la forêt. Et, théoriquement parlant, cela est rigoureusement vrai. Mais attendu que le cas est excessivement rare d'une forêt véritablement et rigoureusement *normale*, avec une répartition exacte et égale des bois de tous les âges, depuis le brin naissant jusqu'à l'arbre exploitable, constituant un peuplement homogène, complet et en bon état de végétation en toutes ses parties ; que, même dans cette forêt typique et en quelque sorte idéale, la détermination exacte et certaine de l'accroissement annuel moyen de son matériel serait, dans l'état actuel de la science, à peu près impossible pratiquement ; cette possibilité se détermine par des moyens plus simples fondés sur l'*exploitabilité*.

Qu'est-ce que l'*exploitabilité?*

Considérée d'une manière générale, l'exploitabilité d'une forêt est l'âge auquel il convient de l'exploiter pour en tirer, dans les meilleures conditions, le produit qu'on en attend. Mais, suivant le point de vue auquel peut se placer le propriétaire, ce produit est de différentes sortes. On peut en effet se proposer de tirer d'une forêt la plus grande somme de matière ligneuse, le plus fort volume de bois qu'elle puisse annuellement produire (1). Considérée à ce point de vue absolu, l'exploitabilité résulte de l'âge *de plus grand accroissement moyen* des arbres qui composent la forêt ou portion de forêt à laquelle on veut l'appli-

(1) On peut aussi se proposer de réaliser le revenu en argent le plus élevé sans se préoccuper de la relation entre ce revenu et le capital engagé dans sa production. Mais ce point de vue se confond, dans la pratique, avec la production ligneuse la plus abondante ou la plus utile ; il n'y a donc pas lieu d'en faire l'objet d'une étude à part.

quer. Cet âge est tel que, soit qu'on le devance, soit qu'on le dépasse, le résultat final sera une production moindre en volume.

Expliquons ceci par un exemple. Considérons un arbre, un chêne si l'on veut, pris à part au sein d'un massif dont l'exploitabilité aura été fixée à 150 ans. Il est d'ores et déjà évident que, si l'on coupe à 75 ans un arbre qui ne devait avoir son entier développement qu'à 150 ans, on n'obtiendra qu'une quantité de bois très inférieure. A la vérité, l'arbre coupé à 75 ans est supposé devoir être immédiatement remplacé par un autre qui, maintenu pendant 75 nouvelles années, donnera théoriquement un arbre d'un volume égal à son prédécesseur. La question est de savoir si ces deux arbres, âgés chacun de 75 ans, auront fourni moins ou plus de bois qu'un seul arbre de 150 ans, venu toutes autres conditions égales. Il est certain que, dans les conditions ordinaires de bonne végétation, deux chênes de 75 ans chacun donneront un volume très notablement inférieur à un seul arbre de 150 ans, attendu que c'est surtout à partir de 80 à 100 ans que le chêne prend son plus grand développement. Il y a donc tout avantage, au point de vue de la plus grande production en matière, à élever un seul arbre jusqu'à l'âge de 150 ans, au lieu d'en élever successivement deux jusqu'à moitié seulement de cet âge.

Examinons maintenant ce qu'il adviendrait si, au lieu d'exploiter notre chêne à 150 ans, pour le remplacer aussitôt par un plant naissant qui serait exploité à son tour au bout d'un nouveau laps de 150 ans, nous le laissions sur pied pour vivre jusqu'à l'âge de 300 ans. Nous supposons même qu'il parviendrait à cet âge sans dépérir et sans se creuser à l'intérieur, ce qui, étant donnée l'essence, n'est pas absolument impossible. Néanmoins, il est très probable que, pendant les 150 ans formant la seconde période de son existence, notre arbre n'aura plus la même vigueur de végétation, la même puissance d'accroisse-

ment, et qu'il n'y acquerra pas autant de volume, qu'il n'y *fera pas autant de bois*, que pendant les 150 ans de la première. En sorte que le volume d'un seul arbre de 300 ans serait inférieur au volume de deux arbres de 150 ans.

Par conséquent, si ces faits sont établis dans des conditions de sol et de climat données, l'âge de l'*exploitabilité absolue* du chêne y sera de 150 ans, puisque, soit que l'on devance, soit que l'on recule cet âge, on aboutit à obtenir, dans une durée égale, une quantité de bois moindre.

Mais comment établir des comparaisons sur des résultats qui ne se constatent qu'après des temps aussi longs? Si l'âge de 75 ans est celui de la jeunesse croissante, de l'adolescence pour un chêne, c'est la vieillesse et la vieillesse déjà avancée pour l'homme ; et, quand nous parlons de 150 et de 300 ans, nul n'a l'espoir d'en approcher, pas même l'illustre « Doyen des étudiants français ». Depuis le déluge, universel ou non, les hommes ne comptent plus leur âge par séries de siècles. Heureusement que l'on peut, en matière forestière, remplacer la succession par la simultanéité. S'agit-il de déterminer pratiquement, dans une forêt ou tout au moins dans un massif important, *l'âge du plus grand accroissement moyen* de l'essence dominante, on abattra quelques arbres de cette essence et, sur la section faite à la base, on examinera la largeur des diverses couches annuelles. On sait que la sève dépose chaque année, entre le bois et l'écorce et tout autour du bois antérieurement formé, une nouvelle couche de bois concentrique aux précédentes. Ces couches, minces durant les premiers temps, s'accroissent ensuite progressivement pendant une durée plus ou moins longue suivant les essences et les conditions locales de la végétation ; puis elles deviennent sensiblement égales pendant un certain nombre d'années, pour diminuer enfin progressivement jusqu'à devenir, si on laisse l'arbre par trop longtemps sur pied, assez minces pour ne pouvoir plus être

distinguées qu'avec l'aide du miscroscope. On peut ainsi, en comptant les couches concentriques, déterminer l'âge, à différentes époques, de l'arbre observé ; si l'on mesure le diamètre correspondant à chacun de ces âges et si l'on divise chaque diamètre par l'âge auquel il a été réalisé, on aura l'accroissement moyen à ces différents âges. Il est évident que, pendant tout le temps où les couches concentriques vont en augmentant de largeur, l'accroissement annuel moyen va par cela seul, lui aussi, en augmentant. Il en est de même pendant la période où les accroissements sont égaux : l'arbre s'accroissant chaque année d'une quantité égale à l'accroissement maximum précédemment obtenu, il est clair que la moyenne en résultant s'élèvera d'année en année. Elle s'élèvera encore, même lorsque l'accroissement annuel commencera à diminuer, et aussi longtemps que celui-ci restera plus grand que l'accroissement moyen correspondant (1).

Il est facile de comprendre que, après s'être livré à ces comptages et à ces mensurations sur un certain nombre

(1) Pour se bien rendre compte de cette loi, supposons un arbre quelconque dont la section à la base prise à $1^{m},30$ du sol donnerait 110 couches concentriques formant un diamètre de $0^{m},50$. On aurait ainsi un accroissement moyen de $4^{mm},5$ comptés sur le diamètre ou, ce qui revient au même, de $2^{mm}\ \frac{1}{4}$ comptés sur le rayon, la tige de l'arbre étant théoriquement considérée comme symétrique par rapport à son axe. Supposons encore qu'un second arbre de même essence, et par hypothèse identique au premier quant à la croissance, mais plus âgé de dix ans, ait, avec ses 120 couches concentriques, un diamètre de $0^{m},80$. En divisant ce diamètre par l'âge de l'arbre et prenant la moitié du quotient, nous aurons l'accroissement moyen, compté sur le rayon, à 120 ans, soit $3^{mm},3$. L'accroissement moyen est devenu plus fort, puisque, de $2^{mm}\ \frac{1}{4}$ il y a dix ans, il s'est élevé à $3^{mm},3$. — Considérons maintenant un troisième arbre identique d'essence et de croissance aux deux précédents et âgé de 130 ans, avec un diamètre de $0^{m},84$. Nous avons : $\frac{1}{2} \times \frac{0.84}{130} = 3^{mm},2$. L'accroissement moyen est plus élevé, il est vrai, qu'à l'arbre de 110 ans; mais il est plus faible qu'à l'arbre de 120 ans. Il est évident que ce que nous supposons observé sur 3 arbres de croissance identique, peut l'être sur la section d'un seul arbre coupé à 130 ans. Or le plus grand accroissement moyen étant réalisé à l'âge de 120 ans et commençant à diminuer vers 130 ans, on en conclura que l'âge d'exploitabilité absolue des arbres de l'essence considérée, dans le lieu de l'expérience, tombe entre 120 et 130 ans, soit moyennement 125 ans.

d'arbres convenablement choisis, l'on puisse déterminer d'une manière suffisamment sûre l'âge moyen où il convient d'exploiter les massifs d'une forêt ou d'une nuance de peuplement donnée pour en tirer la plus grande quantité possible de produit ligneux, autrement dit d'en déterminer l'âge d'*exploitabilité absolue.*

D'ailleurs le moment de cette exploitabilité peut se reconnaître, avec moins de précision sans doute, mais d'une manière suffisante en bien des cas, à des signes extérieurs de la végétation auxquels un œil exercé ne saurait se méprendre. Quand, sur un arbre quelconque, les pousses annuelles des branches et de la pointe de la cime, autrement dit de la *flèche* (surtout de celle-ci), sont de moins en moins allongées relativement à celles des années précédentes, on peut se tenir pour assuré que le développement de cet arbre a atteint son apogée et qu'il est devenu stationnaire : les couches de bois annuellement formées doivent être de moins en moins épaisses et l'accroissement moyen sur le point de décroître. Quand le sommet de la cime ne forme plus flèche, mais s'étale en tête arrondie ou aplatie; bien plus sûrement encore, lorsque les rameaux supérieurs de cette tête, jadis aiguë et élancée, meurent et se dessèchent, c'est que l'arbre est en pleine décroissance et son accroissement annuel notoirement inférieur à l'accroissement moyen.

Ce n'est pas toujours la plus grande quantité possible de bois que l'on a intérêt à retirer d'un massif forestier. Il arrive souvent que telle industrie locale, tel débouché assuré réclament avant tout des bois de certaines dimensions ou de certaines qualités spéciales, bien plutôt qu'un fort volume. Dans le voisinage des houillères, par exemple, on aura intérêt à produire des arbres allongés et d'un faible diamètre pour en faire, en aussi grand nombre que possible, des étais de mine : le volume de

bois ainsi obtenu sera moindre (1), mais le produit réalisé sera plus facilement et plus rapidement utilisable dans la contrée. Comme, dans les bois entretenus à l'état serré, la croissance en hauteur se développe beaucoup plus rapidement que l'accroissement en diamètre, il en résulte que l'âge de cette exploitabilité *relative* devance, au cas particulier, celui de l'exploitabilité absolue. L'inverse pourrait être s'il s'agissait d'obtenir, pour des besoins spéciaux, des pièces de bois de dimensions exceptionnelles et ne pouvant se réaliser qu'en dépassant, d'un plus ou moins grand nombre d'années, l'âge du plus grand accroissement moyen.

Telle est l'*exploitabilité relative* (2). Mais il en est d'autres exemples, ou plutôt, l'on peut considérer l'exploitabilité relative à deux points de vue différents : celui que nous venons d'examiner et qui se rapporte au mode d'utilisation des bois, et celui qui tient au produit en argent, au revenu pécuniaire à retirer d'une propriété en nature de forêt. Ce point de vue est essentiellement celui des particuliers propriétaires de bois, surtout dans les pays où la propriété est constituée sous le régime du partage forcé des successions, et où le père de famille doit se préoc-

(1) En effet, la tige des arbres étant assimilée dans la pratique à un cylindre qui aurait pour hauteur toute la longueur utilisable comme bois d'œuvre, et pour base le cercle mesuré sur la circonférence à moitié de cette longueur, on démontre aisément que les volumes des arbres croissent en raison simple de leur hauteur, mais, en raison des carrés de leurs diamètres. Par conséquent si un massif est culturalement dirigé pour produire des arbres de grandes hauteurs et de faibles diamètres, on en obtiendra une longueur linéaire de bois un peu plus forte mais un volume beaucoup moindre.

(2) Nous avons suivi, dans la définition des exploitabilités, les divisions indiquées dans le classique *Cours de culture des bois* de MM. Lorentz et Parade. D'autres auteurs adoptent des dénominations différentes. M. le conservateur Broilliard, dans son *Cours d'aménagement*, appelle *exploitabilité technique* l'exploitabilité relative à l'utilité acquise sous un volume de bois déterminé ; *exploitabilité commerciale*, celle qui est choisie en vue d'obtenir d'une forêt, exclusivement considérée comme un capital, le *taux* d'intérêt le plus élevé ; et enfin *exploitabilité économique*, celle qui, correspondant au maximum d'utilité de la production ligneuse, tend essentiellement à satisfaire la consommation.

cuper bien davantage de laisser à ses enfants un capital-argent accru par lui le plus possible, qu'un domaine en voie d'amélioration lente et d'accumulation du capital-matière à long terme. Ce qui est alors à considérer, c'est le rapport entre le revenu de la propriété et le capital employé à le produire. On a vu plus haut que, dans une forêt, les deux éléments essentiels du capital sont le sol et le matériel sur pied non immédiatement exploitable. Quand il s'agit d'apprécier économiquement le rapport entre le capital et le revenu, il faut y joindre la valeur capitalisée des frais de garde, d'imposition et d'entretien courant. Le revenu est fourni par l'accroissement du matériel sur pied, à partir du moment où le bois est exploitable ; mais il n'est devenu exploitable que par l'accumulation des accroissements annuels, lesquels sont ainsi assimilables à des intérêts composés destinés à fournir, après un certain nombre d'années, un capital déterminé. Il est clair que, tant que les bois sur pied n'auront pas atteint l'âge de leur plus grand accroissement moyen, le revenu-matière ira en s'accroissant en fonction du capital, lui-même en voie d'accroissement. En tout cas cet accroissement ne sera pas longtemps d'une puissance progressive comparable à celle des intérêts composés. D'où il suit que le propriétaire qui n'envisagera sa forêt qu'au seul point de vue d'un placement de fonds au taux d'intérêt le plus élevé possible devra en diriger l'exploitation de manière à lui faire produire le revenu le plus fort que l'on puisse obtenir du capital le plus faible. Il sera ainsi porté à couper ses bois bien avant l'âge du plus grand accroissement moyen, de manière à ne pas laisser s'accumuler un capital-matière donnant son revenu à un taux de plus en plus faible. Mais il devra chercher pour terme de son exploitabilité une époque telle que, soit qu'il la devance soit qu'il la dépasse, le rapport entre son capital et son revenu, autrement dit *le taux*, serait moins élevé.

Ainsi l'exploitabilité peut être relative soit à certaines

catégories de produits déterminés, soit au taux d'intérêt le plus élevé du *placement* que constitue la forêt ainsi considérée. Et ce second mode d'exploitabilité relative pourrait être appelé, comme le fait M. Broilliard, *exploitabilité commerciale.*

Entre l'exploitabilité absolue et les exploitabilités relatives, se place un nouveau mode d'exploitabilité résultant de la combinaison des précédents, et que l'on nomme, pour cette raison, l'*exploitabilité composée.*

Lorsque l'on veut réaliser, en un temps donné, soit le plus fort volume possible combiné avec les produits les plus utiles, soit le plus grand rendement en matière joint au taux le plus élevé, c'est à l'exploitabilité composée qu'il faut avoir recours. Celle-ci, comme la relative, est, on le voit, de deux sortes, pouvant composer la quantité du produit avec sa qualité, ou bien avec le taux de placement.

La seconde sorte convient aux essences de faible longévité, comme les *bois blancs* (saules, aunes, tilleul, peupliers, noisetier, etc.), qui entrent en décroissance de bonne heure, ou bien encore aux essences plus précieuses qui, se trouvant dans de mauvaises conditions de sol ou de climat, se comportent sous ce rapport comme les bois blancs. C'est en les exploitant à l'âge peu avancé qui précède immédiatement leur décroissance, que l'on en tirera en même temps le plus fort volume qu'ils puissent donner et le taux de placement le plus élevé, puisque la période relativement courte pendant laquelle ils auront été sur pied n'aura pas permis au capital-matière de s'accumuler au moyen d'accroissements faibles qui auraient abaissé de plus en plus le taux de l'intérêt.

Dans les forêts assises sur des fonds de bonne qualité et peuplées d'essences dures telles que chêne, hêtre, frêne, érable, orme champêtre, ou, aux altitudes convenables, pins sylvestre et de montagne, sapin, épicéa, mélèze, il convient d'appliquer, surtout si le propriétaire

est l'État, la première sorte d'exploitabilité composée, celle qui combine la plus grande production de volume avec la qualité et la dimension des bois : en effet, en des conditions de sol, de climat et d'exposition qui leur conviennent, ces essences voient s'augmenter pendant une très longue durée leurs accroissements annuels, lesquels se maintiennent stationnaires pendant une autre longue période, élevant d'autant, d'année en année, le plus grand accroissement moyen, pour n'entrer en véritable décroissance et affaiblir celui-ci d'une manière rapide qu'à un âge très avancé. On peut donc, sans perte bien sensible de volume, les laisser sur pied même un peu au delà de l'âge du plus grand accroissement moyen, afin d'en obtenir les pièces de bois de dimensions exceptionnelles réclamées par les besoins publics.

Nous ne parlerons guère que pour mémoire d'un dernier mode d'exploitabilité, qui n'a rien à voir avec l'économie publique ou privée, et qui n'est déterminé que par la seule et unique considération de la longévité des essences. Il consiste à n'exploiter les arbres que quand ils tombent de vieillesse. Ainsi fait-on dans les préaux, les parcs, les jardins, où les arbres ont été plantés et ne sont conservés que pour leur ombrage ou leur effet ornemental ; ou bien encore s'il s'agit d'arbres isolés auxquels se rattachent des souvenirs de famille ou historiques ; ou enfin, aux fortes altitudes et sur des versants très escarpés, où la présence aussi longue que possible des massifs sur pied est nécessaire pour soutenir les terres et atténuer sinon empêcher les avalanches, chutes de neiges et éboulements. C'est ce qu'on appelle l'*exploitabilité physique*.

Fixés maintenant sur le sens qu'il convient d'attacher à l'*exploitabilité* d'une forêt ou d'un massif d'arbres, nous pouvons aborder en plus parfaite connaissance de cause la question de la *possibilité*. Par ce qui en a été dit en débu-

tant, on se rend compte aisément de la relation qui les relie l'une à l'autre, et l'on comprend que la première soit un élément important pour la détermination de la seconde. En effet, l'exploitabilité de l'essence dominante de ma forêt, cette essence étant supposée dans des conditions normales de sol et de climat, me servira à en déterminer la *révolution*, c'est-à-dire le nombre d'années au bout desquelles, cette forêt ayant été parcourue en entier par les exploitations, il faudra revenir au point de départ pour retrouver des bois normalement exploitables.

Si, par exemple, il s'agit d'un massif dont le peuplement serait composé de bouleau et d'aune, essences de croissance rapide et dont le développement atteint son extrême limite vers l'âge de 80 à 90 ans, il est évident que, de toute manière et quel que soit le mode d'aménagement adopté, la révolution devra être nécessairement plus courte que pour un massif voisin qui serait exclusivement peuplé de chêne et de hêtre, dont la longévité s'étend à plusieurs siècles et dont la croissance est beaucoup plus lente. Autrement dit, l'exploitabilité des seconds étant beaucoup plus tardive que celle des premiers, on devra les soumettre à une révolution beaucoup plus longue, telle que 150 ans par exemple, alors qu'une révolution de 60 ans pourrait suffire pour les premiers.

L'idée qui se présente naturellement à l'esprit serait de partager la forêt aune et bouleau en 60 parties égales, la forêt chêne et hêtre en 150 parties égales, et d'exploiter chaque année une parcelle représentant 1/60 de la première et une parcelle formant la 150e partie de la seconde. On aurait alors la *possibilité par contenance*. Il faudrait admettre, en ce cas et pour l'exemple que nous avons choisi, que chaque année, après l'exploitation faite, la portion du peuplement ainsi rasée serait régénérée par les graines tombant des arbres des parcelles voisines non encore exploitées, ou bien serait repeuplée artificiellement par voie de plantation et de semis. Nous aurons occasion

de voir que ce mode d'aménagement, assez primitif, a été cependant employé, non sans succès, à d'autres époques sous le nom de *tire et aire* (1), et l'est même encore de nos jours dans certains cas avec quelques perfectionnements, sans que les propriétaires des bois ainsi traités s'en trouvent plus mal.

Néanmoins, quand il s'agit, comme dans l'exemple que nous avons choisi, du traitement des bois en *futaie*, c'est-à-dire, où la régénération des parties exploitées doit se faire soit exclusivement par la graine tombée des arbres non encore exploités, soit avec le concours de l'homme intervenant pour régulariser par semis artificiels ou plantations l'œuvre de la nature, le système de tire et aire présente un inconvénient dont on a d'ailleurs, croyons-nous, considérablement exagéré l'importance depuis une soixantaine d'années, et qu'il est nécessaire de faire connaître.

Si, dans une forêt traitée en futaie, il était possible de réaliser une gradation d'âges parfaite, du brin naissant à l'arbre exploitable, et répartie en portions rigoureusement égales par fractions composées de l'unité avec le nombre d'années de la révolution pour dénominateur ; si, en même temps, l'espacement des arbres était absolument régulier et leur croissance sur tous les points parfaitement homogène ; alors chaque coupe annuelle donnerait un produit en matière sensiblement égal à celui de l'année précédente, et l'on obtiendrait ainsi ce que, en terme du métier, l'on appelle le *rapport soutenu*. Le rapport soutenu, autrement dit l'égalité du rendement annuel, voilà

(1) Cette expression de *tire et aire*, qui ne présente aucun sens à l'esprit, paraît être une corruption de *tirer aire* ou *tire à aire*, qui signifierait tirer *à la surface, à la contenance*, dont le mot *aire* est un synonyme. Elle n'est pas, au reste, exclusivement affectée à un certain mode d'exploitation des bois. Dans les concessions de terrains pour extraction de matériaux, le cahier des charges porte souvent cette clause que la carrière sera exploitée *à tire et aire*, c'est-à-dire, de proche en proche et sans qu'il soit permis d'entamer une parcelle avant que la parcelle commencée ne soit entièrement exploitée et le sol nivelé.

la grosse difficulté et souvent la pierre d'achoppement dans la détermination des possibilités. On ne saurait l'obtenir, dans une forêt traitée en futaie, par le partage de celle-ci en un nombre de parcelles égal à celui des années de la révolution adoptée; parce que, dans une futaie et surtout dans une futaie exploitée à long terme, la croissance et le développement de la végétation ne sont jamais d'une homogénéité et d'une régularité assez grandes pour répartir le matériel sur pied proportionnellement à la surface. Ce n'est que dans les bois traités en *taillis*, où la régénération du peuplement se fait par les rejets des souches exploitées, et où la révolution, relativement aux révolutions de futaie, est toujours plus ou moins courte, que l'on peut appliquer la possibilité par surface ou contenance avec chance d'obtenir un rapport *à peu près* soutenu. Dans les futaies, c'est la *possibilité par volume* qui est le plus généralement adoptée.

Or la détermination d'une telle possibilité n'est pas, à beaucoup près, aussi simple que celle d'une possibilité par contenance. Abstractivement, il est vrai, on y trouve une assez grande analogie ; car, si l'on pouvait apprécier exactement le nombre de stères de bois dont s'accroîtra la forêt considérée pendant la durée de la révolution, il suffirait de diviser ce nombre par celle-ci, et le quotient donnerait le chiffre de la possibilité annuelle. Oui, mais la difficulté, c'est d'attacher le grelot !

Apprécier la quantité de bois que produira un massif forestier pendant une durée de 150 ans, ou même beaucoup moins, est chose impossible. Possédât-on les données scientifiques nécessaires pour établir exactement la loi de l'accroissement de tous les arbres de ce massif, avec des registres contenant l'indication de tous les rendements antérieurs, on serait encore dans l'impuissance de prévoir sûrement ce que sera le développement de la végétation pendant 150 ou même pendant 100 ans. Les variations météorologiques, les modifications du climat et cent

autres causes naturelles dont la prévision échappe à la compétence de l'homme, peuvent et doivent influer d'une manière plus ou moins profonde sur la croissance des arbres pendant une durée aussi longue. On a donc dû renoncer définitivement, et pour cause, à déterminer la possibilité par volume pour toute la durée d'une révolution de futaie. On partage cette durée en un certain nombre de *périodes* égales, cinq par exemple, et l'on se borne à fixer la possibilité pour une première période, à l'expiration de laquelle on détermine celle qui sera adoptée pendant la période suivante, et ainsi de suite. Nous examinerons plus loin la manière dont on procède. Nous n'en sommes, ici, qu'au chapitre des définitions, réservant à des exposés ultérieurs les détails et l'application.

Voilà donc déjà deux modes de possibilité bien distincts : *par contenance* et *par volume*. Et ces deux modes correspondent très généralement, sinon exclusivement, à deux modes d'exploitation non moins distincts, le *taillis* et la *futaie*. Il sera donc nécessaire de pénétrer dans le vif de ces deux systèmes, pour pouvoir arriver à une connaissance approfondie des deux modes de possibilité qui s'y rattachent.

Mais il y a plusieurs manières de comprendre et d'appliquer et l'exploitation en taillis et l'exploitation en futaie, et, parmi les divers systèmes de futaie, il en est un qui permet d'admettre une troisième sorte de possibilité, la *possibilité par pieds d'arbres*, consistant, comme on peut le pressentir, non pas à déterminer quelle étendue de terrain, ni quel volume de bois, mais combien d'arbres on exploitera chaque année. On comprend que, plus aisément encore que les deux précédentes, cette troisième possibilité s'écarte du fameux rapport soutenu ; cependant, en s'imposant la loi de ne choisir les arbres à exploiter que dans certaines catégories de grosseur fixées d'avance, on peut arriver à se maintenir, sans écarts nuisibles, dans une quotité acceptable de produits annuels.

II

L'EXPLOITABILITÉ ET LA POSSIBILITÉ DANS LES TAILLIS SIMPLES.

La flore forestière indigène de l'Europe est comprise exclusivement dans les deux grandes classes de phanérogames connues sous les noms d'*Angiospermes* (section des dicotylédones) et de *Gymnospermes*. Gymnospermes et angiospermes, procédant à l'origine, suivant l'école transformiste, les uns et les autres, des cryptogames hétérosporés (eux-mêmes issus des protophytes ou algues), représenteraient des *stades* de développement différents dans l'évolution des plantes (1). De telle sorte que cette évolution ayant, à partir d'une base commune, réalisé des perfectionnements dans deux directions différentes, se serait élevée d'un côté, par les *proangiospermes*, jusqu'aux angiospermes actuels, tant dicotylédonés que monocotylédonés; et de l'autre, par les progymnospermes et les gymnospermes proprement dits, jusqu'aux *métagymnospermes,* fort voisins, quoique à un stade inférieur, des angiospermes.

Ce qui constitue, en sylviculture, l'infériorité pratique des gymnospermes sur les angiospermes, c'est l'absence de bourgeons proventifs, au moins à la partie inférieure du tronc, ainsi que sur la souche et les racines. Représentés, dans la succession des âges géologiques, par de nombreuses subdivisions *(Sigillariées, Poroxylées, Cordaïtées, etc.)*, les gymnospermes ne comptent plus aujourd'hui que trois familles : les Cycadées habitantes de la zone intertropicale, les Gnétacées qui ne sont pas des végétaux forestiers, et enfin les *Conifères* ou arbres résineux qui jouent un grand rôle dans la sylviculture euro-

(1) Cf. Saporta et Marion, *Évolution du règne végétal.* Paris, Alcan.

péenne. Mais, par suite de cette absence de bourgeons proventifs à la souche et aux racines, les pins, sapins, mélèzes, cèdres, etc., en un mot tous nos résineux, si l'on en excepte peut-être le genevrier commun et l'if (1), végétaux sans importance au point de vue de l'exploitation, se refusent absolument à donner des rejets, soit du pied, soit des racines, et, par suite, sont impuissants à se reproduire naturellement autrement que par semis. Ils sont donc forcément exclus du traitement en taillis réservé aux seules essences phanérogames, en langage forestier arbres *feuillus :* et ceci nous amène à donner une définition détaillée de l'exploitation des bois en taillis.

Un bois exploité en *taillis* est celui où la reproduction du peuplement, sa *régénération* pour employer l'expression technique, est confiée principalement aux rejets des souches, et accessoirement aux *scions* ou *drageons*, c'est-à-dire aux tigelles qui surgissent dans certaines essences des racines latérales courant ou *traçant* à fleur de terre. Il est dit : taillis *simple*, lorsqu'on ne destine aucun arbre de futaie proprement dite à s'élever au-dessus de lui. La détermination de l'exploitabilité doit tenir compte, ici, d'un élément particulier, à savoir la durée de la fécondité des souches, laquelle n'est pas illimitée. Quand un arbre a dépassé un certain âge, il est rare que sa souche ait conservé sa puissance de rejet, soit que les bourgeons pro-

(1) Il est un autre *résineux* ou *conifère* qui, plus encore que l'if et le genevrier commun, possède, grâce à une grande richesse en bourgeons proventifs, la faculté de se régénérer par rejets de souche : mais c'est un exotique, très sensible à la gelée, et qui, pour ce fait, ne paraît pas devoir s'acclimater comme arbre forestier en Europe, si ce n'est peut-être dans la zone méridionale. C'est le *Taxodium sempervirens* (London, Lambert), que M. Carrière, après Endlicher, classe dans les Séquoias, appelé aussi à cause de la forme de ses feuilles Sequoia *taxifolia* (Cf. Carrière, *Traité général des Conifères ;* Kirwan, *Les Conifères indigènes et exotiques).* Cette essence extraordinaire, qui, dans son pays d'origine, peut atteindre 30 mètres de hauteur et 4 à 5 mètres de diamètre, rejette de souche, au moins dans sa jeunesse, aussi abondamment qu'un châtaignier ou un charme. Introduit en France et très sensible au froid, il voit sa tige geler à tous les hivers rigoureux, mais, au printemps suivant, envoie du pied, dans toutes les directions, de vigoureux rejets.

ventifs se soient atrophiés par suite d'une inactivité trop prolongée, soit que l'épaisseur et la dureté de l'écorce vieillie aient opposé un obstacle infranchissable à leur développement. En tout cas, si la souche des vieux arbres n'est pas toujours invariablement stérile, elle l'est le plus souvent; ce qui suffit à interdire de compter sur elle pour une régénération assurée. L'âge à fixer pour l'exploitabilité d'un taillis doit donc être inférieur à celui où les souches ne seraient plus certainement productives. Aussi les plus longues révolutions de taillis, pour les essences longévives, dépassent rarement 40 ans. D'autre part l'exploitation trop fréquente et trop rapprochée des *cépées*, c'est-à-dire des groupes de rejets accrus sur les souches (1), tend à affaiblir et à épuiser celles-ci; il faut donc éviter de fixer l'exploitabilité des taillis — sauf en certains cas exceptionnels que nous examinerons — au-dessous de 15 ou 20 ans. C'est entre ces deux limites extrêmes, 15 et 40 ans, qu'il s'agit de déterminer l'exploitabilité suivant que l'on veut réaliser soit le plus grand produit en matière — *exploitabilité absolue*, — soit les produits les plus utiles eu égard aux circonstances locales, ou le taux d'intérêt le plus élevé — *exploitabilité relative*, 1er et 2e modes, — soit enfin le plus fort volume combiné avec la plus grande utilité ou avec le meilleur rapport du revenu au capital — 1er et 2e modes de l'*exploitabilité composée*.

Supposons que nous ayons affaire à un taillis où l'essence dominante serait le chêne et qui serait assis sur un sol suffisamment profond, un peu frais, de fertilité médiocre, mais en plaine ou en faible déclivité et en un climat égal et tempéré. En de telles conditions, l'âge de 40 ans comme terme de l'exploitabilité absolue ne serait probablement pas trop élevé. Donnons à ce bois une étendue de 100 hectares. La possibilité ne peut être fondée que sur la contenance : nous diviserons celle-ci par le chiffre de l'exploita-

(1) Les cépées sont quelquefois appelées aussi *troches* ou *trochées;* mais ces termes sont moins usités.

bilité qui deviendra le nombre d'années de la révolution, et le quotient 2,50 nous indiquera l'étendue à exploiter chaque année pour obtenir le *rapport soutenu*, c'est-à-dire un revenu en matériel sensiblement constant. Pour *aménager* notre petit bois, nous le partagerons en 40 parcelles égales de 2^h, 50 chacune, disposées de manière à ce que les coupes se suivent de proche en proche, dans le sens du nord au sud ou de l'est à l'ouest, et aussi de telle sorte que l'on ne soit pas obligé, pour la traite du bois en exploitation, de traverser les coupes précédemment exploitées. Nous reverrons plus loin le pourquoi de ces règles, appelées *règles d'assiette* des coupes.

Si nous supposons notre petite forêt traitée de la sorte depuis quarante ans, nous aurons évidemment des bois de tous les âges, de 1 à 40 ans, chacun de ces quarante âges étant cantonné dans une parcelle de 2^h, 50, et ces parcelles ou *coupes* étant numérotées de 1 à 40 ; si, à l'époque où nous nous plaçons, c'est la coupe n° 1 qui est âgée de 40 ans, la coupe n° 2 aura 39 ans, le n° 3, 38 ans, et ainsi de suite jusqu'au n° 40 qui sera âgé de 1 an ; autant dire d'ailleurs qu'il sera en pleine exploitation, car il est rare que l'abatage, la façon et l'enlèvement des produits d'une coupe puissent s'effectuer en entier entre la chute des feuilles et la renaissance du printemps ; souvent même tout cela dure deux ans. Le peuplement de notre taillis étant supposé parfaitement homogène en toutes ses parties — et, sur une aussi faible étendue, la supposition n'a rien qui ne soit acceptable — le rendement de chaque coupe sera sensiblement égal d'une année à l'autre, et la possibilité par contenance ou surface correspondra de fait à une véritable possibilité par volume.

Nous pouvons admettre que le rendement de notre hectare de taillis de 40 ans sera de 200 stères, ce qui, pour nos 2^h, 50 de coupe annuelle, nous donnerait un volume de 500 stères. Examinons maintenant si cet âge correspond bien à la plus grande production en matière,

autrement dit à la véritable exploitabilité absolue. Pour cela, considérons ce qu'il adviendrait si le même taillis, ou un taillis voisin et de tous points semblable, était aménagé à 20 ans. Au lieu d'être partagé en 40 coupes égales de $2^h,50$ chacune, il le serait en 20 coupes seulement mais d'une étendue de 5 hectares. Dans les conditions de sol et de climat que nous avons admises, il est très probable que notre taillis prendrait beaucoup plus d'accroissement de la 20e à la 40e année que de la 1re à la 20e : exploité à 20 ans, il donnerait beaucoup moins de 100 stères à l'hectare, 70 stères par exemple ; dès lors, bien que l'étendue de la coupe soit double, son produit sera moindre : $70^{st} \times 5 = 350^{st}$ au lieu de 500st. Donc déjà le terme de 40 ans est plus proche de l'exploitabilité absolue que le terme de 20 ans, puisque le même hectare de taillis coupé deux fois en 40 ans ne donnerait que $2 \times 70 = 140$ stères, alors que coupé une seule fois à cet âge il en aurait donné 200.

Mais peut-être un âge intermédiaire eût-il été préférable. Voyons donc le résultat d'une exploitabilité fixée à 30 ans.

Ici, deux cas peuvent se présenter suivant les conditions particulières locales. Il peut arriver que l'activité de la végétation se développe d'une manière croissante de 20 à 40 ans, ou que, au contraire, son plus grand essor arrive à son apogée vers l'âge de 30 ans. Dans le premier cas, admettons que le rendement soit, à 30 ans, de 135 stères à l'hectare : notre petite forêt étant aménagée en 30 coupes égales de $3^h,33$ à $3^h,34$ et à la révolution de 30 ans, nous aurions pour le rendement de la coupe annuelle : $135^{st} \times 3,333... = 450$ stères. Notre coupe annuelle de 3^h 1/3 âgée de 30 ans ne nous fournissant que 450 stères, alors que la coupe de $2^h,50$ âgée de 40 ans nous en donne 500, il est clair que le terme de l'exploitabilité absolue est mieux choisi à 40 ans qu'à 30. Si, au contraire, le plus grand effort de la végétation,

pour une cause quelconque, se produit de 20 à 30 ans, il peut arriver que notre taillis, parvenu à ce dernier âge, fournisse, par exemple, 160 stères à l'hectare : or, $160^{st} \times 3,333... = 533$ stères. Ainsi 3^h 1/3 de taillis de 30 ans produiraient, en ce cas, plus de bois que 2^h 1/2 de taillis de 40 ans : le terme de l'exploitabilité absolue, dans cette hypothèse, serait donc 30 ans au lieu de 40.

On pourrait multiplier les exemples ; considérer, par exemple, un taillis de chêne sur un sol brûlant, compact, pierreux, sans profondeur, où le plus grand accroissement se produirait pendant les 15 ou 20 premières années, après quoi la végétation resterait stationnaire et ne fournirait plus un développement suffisant pour compenser le retard dans l'exploitation et la diminution dans l'étendue de la coupe, c'est-à-dire dans le chiffre de la possibilité. Ou bien, au lieu d'avoir affaire à du chêne, on peut être en présence d'un taillis, même assis sur un sol fertile, mais composé de bois blancs tels que tremble, saule, aune, coudrier, lesquels, par nature, atteignent leur plus grand développement à un âge peu avancé. Il est évident que là encore le terme de l'exploitabilité sera atteint beaucoup plus tôt que dans l'exemple cité en premier lieu.

Il faudrait raisonner d'une manière différente si, au lieu de rechercher dans les produits d'un taillis le plus fort volume réalisable de bois, on avait en vue certaines catégories de produits déterminés (1er mode de l'*exploitabilité relative* ou *exploitabilité technique)*, par exemple les perches à houblon, ou des échalas, ou du cerclage ; ces deux dernières sont particulièrement recherchées dans les pays vignobles. Or on fait, avec le châtaignier et le robinier (vulgo : *acacia*) des échalas et paisseaux (1) de première qualité, bien

(1) Les termes *échalas* et *paisseau* ne sont pas toujours synonymes. Dans certains pays le paisseau s'entend principalement d'un échalas en rondin ou demi-rondin et provenant d'un brin non refendu ou fendu une seule fois, tandis que l'échalas proprement dit serait le produit d'un brin d'un plus fort diamètre, refendu en un plus ou moins grand nombre de morceaux, et présentant par conséquent quatre ou, au moins, deux faces planes.

plus estimés qu'en chêne ; avec le saule marceau, le coudrier, le bouleau, l'aune blanc *(Alnus incana*, De Cand.) d'excellent cerclage. Mais on ne peut employer les bois à ces divers usages qu'à un âge peu avancé, lorsque, longs et flexibles, ils n'ont obtenu encore qu'un faible diamètre. L'exploitabilité relative ou technique, en pareil cas, exige une très courte révolution, celle qui correspond à l'âge où les brins de taillis ont atteint, sans les dépasser, les dimensions requises pour l'usage auquel on les destine. Dans un sol frais, divisé et non calcaire, le châtaignier (essence *calcifuge)* donne, à 7 ou 8 ans, du cerclage et des paisseaux, à 10 ou 12 ans, des échalas parfaits ; les bois blancs énumérés plus haut procurent aussi du cerclage à très bas âge, et des brins de robinier de 12 à 15 ans fournissent au charronnage des rais du bois le plus estimé. En ces diverses occurrences, c'est l'âge où le taillis produit les brins tels qu'on les recherche qui détermine l'exploitabilité ; et si les souches s'usent promptement par le fait de ces exploitations très fréquentes, on y suppléera en aidant artificiellement à la régénération par plantation, marcottage ou semis. D'ailleurs les essences à croissance très rapide dès le premier âge ont, si l'on excepte peut-être le robinier, les souches plus résistantes que celles à croissance plus lente. Comme, d'autre part, les produits, dans ces cas spéciaux d'exploitabilité relative, sont généralement très rémunérateurs, les sacrifices à faire pour aider à la régénération du peuplement sont assez peu sensibles.

Mais, d'une manière plus générale et sans envisager tel ou tel cas plus particulier, le propriétaire d'un bois taillis peut se proposer d'en retirer le plus fort revenu en y engageant le moindre capital, autrement dit, de réaliser le *taux* de placement le plus élevé. C'est le deuxième et principal mode de l'exploitabilité relative, appelé aussi, nous l'avons vu, *exploitabilité commerciale.* Reprenons, comme point de départ et terme de comparaison, notre

exemple de tout à l'heure. Nous considérions un taillis de chêne s'exploitant à 40 ans, et dont l'hectare exploitable rendrait moyennement 200 stères. Ce taillis étant supposé homogène en chacune de ses quarante parcelles égales, dans sa faible étendue de 100 hectares, on peut admettre une graduation régulière dans les parties de différents âges, allant de 200 stères par hectare jusqu'à zéro et passant par les rendements intermédiaires ; en sorte que le rendement d'un hectare moyen serait $\frac{200+0}{2}$ ou 100 stères. Par conséquent, sur nos 100 hectares, nous avons un matériel de 10 000 stères. Ces dix mille stères, étant composés de bois de tous âges au-dessous de 40 ans, représenteront, comme prix sur pied *actuels*, des valeurs différentes, le stère de bois de 8 ou 10 ans, par exemple, valant beaucoup moins que le stère de bois de 30 ou de 40 ans. Prenons un chiffre qui puisse représenter une valeur moyenne *sur pied*, c'est-à-dire défalcation faite des frais d'abatage, façon et transport, soit 6 fr. le stère moyen. Nos dix mille stères sur pied constitueront un capital de ci . . . . . 60 000 fr.

Il faut y ajouter la valeur du sol que nous avons supposé suffisamment *profond, un peu frais*, mais *de fertilité médiocre :* on n'exagérera rien, croyons-nous, en n'estimant pas un tel terrain à une valeur supérieure à 400 fr. l'hectare (1), soit pour nos 100 hectares, ci . . . . . 40 000 »

Négligeons les frais de garde que l'on peut supposer compensés par la location de la chasse, et ajoutons, pour capitalisation des frais d'impositions et de travaux d'amélioration et d'entretien, 10 p. c. du total, soit 10 000 fr., ci . . . . . 10 000 »

Nous arrivons ainsi à un capital de, ci 110 000 fr.

Notre revenu annuel en matériel est de 500 stères.

(1) En général le sol des propriétés boisées est très inférieur au sol des

Or, ces stères, tous composés de bois de 40 ans dont une grande partie peut servir à l'industrie, auront plus de valeur que nos stères pris, moyennement, sur toute la forêt : on peut en élever le prix d'un tiers et le porter, toujours sur pied, à 8 fr. D'où nos 500 stères annuels représenteraient une somme de 4000 fr., qui, attribuée à un capital de 110 000 fr., donne un taux de un peu plus de 3 1/2 p. c. (3,63).

Si, au contraire, notre taillis est aménagé à une révolution de 20 ans, et l'hectare exploitable donnant 70 stères, on aura, pour l'hectare représentant la moyenne des peuplements des différents âges de toute la forêt, un rendement de 35 stères, ce qui nous donnera, pour le matériel total, 3500 stères seulement. Ces stères-là sont d'une valeur très faible ; car, s'ils comprennent quelques brins de 20 ans, ils comprennent aussi, et en bien plus grand nombre, des ramilles de 1 à 10 ans propres tout au plus à faire de menues bourrées d'un produit insignifiant : de 10 à 12 ans, les taillis d'essences à croissance lente n'ont pas beaucoup plus de valeur ; ce n'est guère qu'à

terres en culture avoisinantes ou riveraines. Au point où en est arrivée notre civilisation, on peut admettre, en bloc, que toute terre plus propre à produire des céréales ou des herbages que des bois est depuis longtemps défrichée. Il est même arrivé, nombre de fois, que l'on a dépassé cette limite, et que, trompé par l'apparence, on a tenté de mettre en culture des sols couverts d'une riche végétation forestière. On concluait de la belle venue des bois à celle des plantes de culture proprement dite. Et, de fait, les résultats obtenus pendant les premières années semblaient donner raison à cette appréciation : la terre, d'une fécondité remarquable au début, bénéficiait de la réserve d'humus accumulée depuis des siècles par les détritus de la végétation ligneuse. Mais les céréales, autrement exigeantes que les bois, avaient bientôt épuisé cette opulente réserve. Peu d'années s'étaient écoulées que le sol était retourné à sa stérilité naturelle. Il fallait alors, pour lui maintenir une production moyenne, accroître, dans une proportion inusitée, les soins de culture et la fumure. Le plus souvent cette culture cessait d'être rémunératrice; et ce qui avait été naguère un bois prospère et bienvenant passait à l'état de lande inculte ou de méchante vaine pâture ; à moins que le propriétaire mieux avisé, ou ses successeurs, ne se décidassent sagement à reboiser, même à grands frais, les terrains jadis indûment défrichés. En général, dans les pays très peuplés, comme ceux de l'ouest de l'Europe, les sols qui restent à l'état boisé n'ont, relativement aux terres arables vraiment rémunératrices, qu'une minime valeur. Dans bien des cas, le chiffre de 400 fr. pour la valeur du sol nu dans une forêt, même de belle venue, est encore trop élevé.

partir de 13 à 15 ans qu'ils commencent à acquérir un développement en diamètre qui permettra d'en faire, à 20 ans, du bois à charbon, de corde ou de menue industrie, *(charbonnette, moulée, menuise, rondins)*. La valeur du stère moyen, dans un taillis de chêne contenant en proportions égales du bois de tous les âges depuis 1 jusqu'à 20 ans, peut donc ne pas être évaluée au-dessus de 2 fr. Nos 3500 stères, représentant tout le matériel de 1 à 20 ans sur nos cent hectares, nous donneront donc une valeur en capital

de ci	7 000 fr.
La valeur du sol est, nous l'avons dit, de ci	40 000
La quotité de l'impôt devra être notablement inférieure à ce qu'elle était dans l'exemple précédent, puisqu'elle correspondra à un capital notablement moindre; réduisons-en proportionnellement la capitalisation. Elle sera de	4 700
Et le capital, en fonds et superficie, représenté par notre taillis de cent hectares régulièrement aménagé en coupes annuelles à 20 ans, sera de ci	51 700 fr.

Le revenu matériel annuel, sur 5 hectares, est de 350 stères, valant, sur pied, 6 fr. l'un et représentant un revenu en argent de 2100 fr. C'est, relativement au susdit capital, un peu plus de 4 p. c. (4,06). Il est donc préférable, au point de vue de l'exploitabilité relative au taux de l'intérêt de l'exploitabilité commerciale, d'exploiter notre taillis à 20 ans plutôt qu'à 40 ans. Dans l'exemple que nous avons choisi et avec les conditions que nous avons supposées, ce serait l'âge de 30 ans qui correspondrait le mieux à cette exploitabilité. En effet, dans l'hypothèse la moins favorable, celle où la croissance se développerait davantage de 30 à 40 ans que de 20 à 30, nous aurions, avec notre rendement de 135 stères à 30 ans, un matériel

total, sur nos cent hectares, de 6750 stères pouvant être estimés, l'un dans l'autre et sur pied à 4 fr., soit en tout, ci 27 000

Valeur du fonds 40 000

Capitalisation proportionnelle des frais d'impositions 6 700

Total 73 700

Le revenu matériel de $135^{st} \times 3,333... = 450$ stères, d'une valeur intermédiaire entre le stère à 40 ans et le stère à 20 ans, soit 7 fr. le stère, équivaut, en argent, à 3 150 fr., soit 4,27 p. c. du capital, taux légèrement plus élevé que le précédent (1).

On voit par ce qui précède que, si la possibilité de surface est proportionnelle au rendement en matière, elle ne l'est pas au taux du revenu en argent, puisque, en effet, le rendement en matière, qui est une possibilité de volume, correspond à l'exploitabilité absolue, alors que le taux du revenu est essentiellement lié à l'exploitabilité relative, laquelle peut varier avec beaucoup de circonstances et notamment avec les fluctuations économiques dont dépendent les prix des bois. Les conditions climatériques du lieu, comme la nature physique, minéralogique et, jusqu'à un certain point, chimique du sol, sont aussi des éléments importants pour la détermination de l'exploitabilité et, partant, de la possibilité d'un massif forestier donné. C'est par l'observation et l'étude attentive de ces conditions, non moins que par celles de la végétation, que le propriétaire

(1) Les écarts de taux obtenus dans notre exemple sont assez faibles : 3 1/2, 4, 4 1/4 p. c. Cela tient à ce que la valeur du fonds a été portée à un chiffre relativement élevé. On voit souvent, ainsi qu'il a été observé dans la note précédente, des taillis fort bienvenants sur des sols dont la valeur arable serait presque nulle. Nous-même avons pu voir des semis artificiels de chêne formant de jeunes peuplements d'assez bonne venue sur des friches et terres vagues qui avaient été achetées aux prix dérisoires de 15 à 20 fr. l'hectare. Toutefois, ce n'est pas sur des terrains aussi maigres que l'on pourrait espérer obtenir à 40 ans des taillis rendant 200 stères à l'hectare. Il est même plus que probable que leur exploitabilité absolue se manifesterait à un âge beaucoup moins avancé. Le capital engagé se trouvant alors moindre, on arriverait à un taux plus élevé avec un revenu d'ailleurs inférieur.

de bois spéculateur arrivera à se rendre compte de l'âge auquel il aura le plus d'avantage pécuniaire à abattre ses taillis. On vient de voir qu'une possibilité de $2^{st},50$ déterminée, sur 100 hectares, par une exploitabilité de 40 ans, lui donnerait 3 1/2 p. c. de son capital; que la possibilité de 5 hectares, imposée par l'exploitabilité à 20 ans, donnerait 4,06 p. c., et la possibilité de $3^{h},333...$ réglée sur l'exploitabilité de 30 ares, 4,27 p. c. Le plus souvent, et surtout dans le cas de mauvais terrains, d'une valeur arable nulle et où cependant le bois en possession du sol vient encore assez bien, le taux s'élèvera en raison inverse de l'exploitabilité jusqu'à une limite assez basse. Les deux modes d'exploitabilité relative pourront alors se confondre. Au contraire, l'exploitabilité relative ne ferait qu'une avec l'absolue si, par exemple, la croissance du bois était assez active pour rapprocher l'âge de la plus grande production en matière de celui où les bois auraient réalisé leur plus grande valeur utilisable. Ce serait alors une véritable exploitabilité économique. Ainsi en serait-il dans un des cas de l'exemple ci-dessus, où nous supposions que le plus grand effort de la végétation de notre taillis, pour une cause quelconque, se produirait de 20 à 30 ans, au point de donner, à ce dernier âge, 160 stères à l'hectare. Cent soixante stères sont bien près de deux cents, ils en sont les 4/5, et réalisés, dans l'hypothèse, sur $3^{h},333...$, ils fournissent un revenu en matière de 533 stères : ceux-ci, évalués moyennement à 7 fr. seulement, représentent une somme annuelle de 3721 fr.; c'est 4,70 p. c. d'un capital de 79 200 fr. (1). Ici nous avons à la fois le taux d'intérêt le plus élevé et le maximum du produit en matière.

(1) Ainsi réparti :

Si l'hectare exploitable à 30 ans donne 160 stères, l'hectare moyen, calculé sur toute la forêt, en donnera 80, ce qui fait 8000 stères de matériel sur les 100 hectares. On peut les évaluer à 4 fr. l'un, soit . . . . 32 000 fr.

Valeur du fonds 40 000

Capitalisation des frais, calculée proportionnellement sur un capital de 72 000 fr., ci 7 200

Total égal 79 200 fr.

Il ressort de tout ceci que la relation entre les différentes exploitabilités est essentiellement variable et n'a rien d'absolu ; et cette variabilité s'étend également aux exploitabilités composées, puisque celles-ci ne sont que la combinaison de la première, dite *absolue*, avec les deux exploitabilités relatives. Nous venons d'envisager un cas où l'exploitabilité est tout ensemble « absolue » et relative, et conséquemment composée, puisqu'elle est telle que le taillis donne en même temps le plus fort volume et le taux le plus fort. On conçoit très bien aussi telle autre situation où l'emploi le plus utile des brins d'un taillis correspondrait avec la quantité de bois la plus grande. D'autre part certains produits accessoires d'une coupe peuvent en accroître sensiblement la valeur et changer complètement les conditions de l'exploitabilité relative. Ainsi, quand tout à l'heure nous envisagions le rendement en nature et en argent d'un taillis *de chêne* de 20 ans, nous ne nous étions préoccupés que du rendement *en bois*. Mais un taillis de chêne, surtout à 20 ans, fournit aussi *de l'écorce* pour la fabrication du tan indispensable à l'industrie des cuirs. Peu de marchandises subissent des vicissitudes plus extrêmes que les écorces à tan ; voilà encore un élément qui peut modifier du tout au tout les combinaisons du propriétaire calculateur, préoccupé de tirer le parti pécuniaire le plus avantageux de ses taillis. Ajoutons que la préoccupation exclusive du taux d'intérêt le plus élevé n'est pas toujours la meilleure au point de vue du propriétaire qui veut administrer « en bon père de famille », selon la sage expression du code civil. Nous aurons occasion de nous expliquer là-dessus, lorsque nous nous occuperons des taillis composés.

III

DE L'AMÉNAGEMENT DES TAILLIS SIMPLES.

§ 1er. *Définitions. — Réserves d'abri. — Règles d'assiette.*

C'est, dans les habitudes du métier, un bien grand mot que celui-ci : *aménagement*. Dire et résumer toutes les querelles d'école auxquelles il a donné lieu serait un long travail. C'est que, en effet, dans l'aménagement des forêts se résume et se condense l'art forestier tout entier. Et comme cet art est essentiellement complexe, comme il est fondé sur des sciences d'observation essentiellement variables dans leurs développements, et sur des faits non moins variables suivant les lieux, les climats, les temps eux-mêmes, il arrive naturellement que les avis diffèrent, que les théories ne sont pas toujours d'accord entre elles, voire avec les faits sur lesquels elles prétendent s'appuyer. D'ailleurs, en introduisant la question de l'aménagement dans ces études, notre intention n'est pas, pour le moment, d'exposer ces diverses théories, moins encore de prendre parti entre elles. Notre rôle est beaucoup plus modeste. Des innombrables faces que la question peut présenter, celle de l'aménagement des taillis simples est, de beaucoup, la plus élémentaire et la moins compliquée. C'est pourquoi nous ne craignons pas de l'aborder dès maintenant, à la suite des considérations qui précèdent.

On conçoit deux manières de récolter les produits d'un bois taillis. Le mode de l'exploitabilité étant choisi et son âge déterminé, l'on peut abattre le bois dans toute son étendue, pour recommencer cette opération chaque fois que l'âge adopté se trouve de nouveau révolu. Ou bien l'on peut, comme nous l'avons supposé précédemment, le partager en autant de parcelles égales qu'il y a d'années dans l'âge de l'exploitabilité admise, et cet âge prend alors le nom technique de *révolution* (1).

(1) On peut aussi partager la forêt en un nombre de parcelles égales qui

La première manière ne s'emploie guère que pour des boqueteaux de très peu d'étendue et que, pour cette cause, l'on ne saurait décomposer en parcelles qui descendraient à une contenance trop infime. En ce cas, l'on ne peut pas dire d'un bois qu'il soit aménagé, si l'on restreint le sens du mot aménagement au partage d'un bois en coupes réglées; mais ce mot comporte, comme nous le verrons, des acceptions bien autrement étendues. Quand il s'agit des taillis simples il y a à se préoccuper, indépendamment de l'opération géodésique consistant à partager un périmètre donné en un certain nombre de parties égales, de la conservation du peuplement. Le grand inconvénient des taillis simples, surtout à courtes révolutions, consiste dans le découvert périodique du sol. Si un taillis s'exploite à 15 ans ou à 20 ans, le sol, rasé périodiquement à cet âge, reste pendant plusieurs années, à la suite de chaque exploitation, plus ou moins exposé à toutes les ardeurs du soleil, jusqu'à ce que le recru ait pris assez de développement pour le recouvrir à nouveau. Sous l'influence de cette absence de couvert, la terre se dessèche; une part notable des principes fertilisants déposés sur elle pendant les 15 ou 20 années précédentes par la chute des feuilles et d'autres détritus, disparaît par évaporation; le sol s'appauvrit en un mot. Supprimer cet inconvénient, il n'y a pas à y songer; il est inhérent au système d'exploitation lui-même. Mais on peut l'atténuer. On le peut d'abord en allongeant une exploitabilité trop courte. Il est bien évident que si le sol n'est découvert que tous les 20 ou 25 ans, le mal sera moins grand que si la coupe y repasse

ne soit qu'une partie aliquote du nombre d'années de la révolution, de manière à avoir des coupes biennales, triennales... quinquennales. On en use ainsi lorsque le bois à aménager étant de faible étendue, la coupe annuelle serait par trop peu importante, ou bien lorsque des circonstances locales rendent l'enlèvement, la traite, la *vidange* (pour employer l'expression la plus usitée administrativement) des produits plus facile en certaines années que dans les années intermédiaires. Mais ce système d'aménagement revenant périodiquement n'est qu'un cas particulier de l'aménagement en coupes annuelles : comme lui, il est également *en coupes réglées*.

tous les 10 ou 15 ans par exemple. C'est surtout dans les sols arides et maigres, dépourvus d'humus, qu'il importe le plus de ne pas adopter une révolution trop courte. Les taillis de saule marceau, de robinier ou de châtaignier, s'exploitant utilement tous les 7 ou 8 ans pour le cerclage ou les paisseaux, ne sont pas situés sur les plus mauvais terrains : il faut encore une certaine puissance végétative dans un sol pour qu'il se prête à ce genre d'exploitation.

Mais il est un autre moyen qui, s'ajoutant au précédent, permet d'atténuer assez l'inconvénient signalé, pour que la proportion d'humus fourni au sol par la végétation ligneuse soit notablement supérieure à celle que lui enlève l'évaporation pendant les années de découvert : il consiste à réserver, lors de la coupe, un certain nombre de brins destinés à rester sur pied jusqu'à la révolution suivante, pour être alors exploités avec le taillis. Ces brins, qui ont été ainsi conservés et ont crû pendant une seconde révolution, sont dits *de deux âges*, et les brins de l'âge du taillis, destinés à les remplacer, sont dits *brins de l'âge* ou, plus habituellement, *baliveaux* (1). Les baliveaux n'agissent pas sur le sol par leur *couvert*, c'est-à-dire par l'interception des rayons du soleil sur la projection orthogonale de leur

(1) On n'est pas bien fixé sur l'origine et l'étymologie de ce nom de *baliveau*. Cependant l'opinion la plus commune est qu'il dérive du mot de basse latinité *balivus*, corruption de *bajulus*, et dont on avait fait anciennement le mot *bailli*, titre d'une charge, mais dont la signification primitive était *garde, protecteur*. C'est l'opinion de Saint-Yon, adoptée par Baudrillart, qui l'explique en disant que le mot baliveau dérive « de la protection que ces arbres procurent aux forêts en les défendant contre les ardeurs du soleil pendant la jeunesse des coupes et en les repeuplant ensuite de leurs semences. » Cf. Baudrillart, *Dictionnaire général des eaux et forêts*, 1823, t. I, aux mots *bailli* et *baliveau*. Par la seconde partie de cette explication, la signification du mot baliveau s'étendrait des brins de l'âge aux réserves de plusieurs âges des taillis composés, désignées, comme nous le verrons, par les termes de *modernes* et d'*anciens*. Telle paraît bien avoir été, primitivement, l'étendue de l'acception du mot baliveau, dont les termes de modernes et anciens n'auraient été que les épithètes qualificatives : peu à peu le terme générique, conservé pour les *baliveaux de l'âge*, serait tombé en désuétude au profit des qualificatifs devenus ainsi noms génériques à leur tour. Le code forestier en vigueur, rédigé et promulgué en 1827, a conservé l'ancienne acception.

cime; car ce couvert est à peu près nul. Mais ils agissent par l'*ombre* portée de cette même cime, qui, changeant de place et d'étendue suivant les heures du jour, se promène tout autour du jeune arbre qui la produit, et rafraîchit successivement le sol sur un espace plus ou moins étendu. On comprend que si le nombre des brins de l'âge réservés est suffisant, l'influence de cet *ombrage*, très faible par chaque brin, mais répété un grand nombre de fois sur l'étendue du bois exploité, puisse agir efficacement. Telle est la distinction très importante à retenir entre le *couvert* et l'*ombrage*. On n'a pas établi de règles bien précises, jusqu'ici, pour la proportion des brins à réserver sur la coupe d'un taillis *simple*. Nous pensons que cette proportion doit être déterminée par la hauteur de ces brins, indirectement en conséquence par l'âge du taillis. Il est aisé de comprendre que, dans un taillis supposé de vingt ans, et dont la hauteur du sommet des cimes au-dessus du sol serait de six mètres par exemple, l'ombre portée des brins après la coupe s'étendra moins loin que celle des baliveaux réservés dans un taillis de quarante ans dont la hauteur serait moyennement d'une dizaine de mètres. D'où cette conclusion que, pour protéger efficacement le sol, les brins de réserve devront être d'autant plus rapprochés que la révolution sera plus courte.

Cette première indication, pour être utile, n'est pas suffisante; car elle n'est que relative à l'âge et à la hauteur du peuplement et ne précise rien. Il faut donc chercher une base d'appréciation pour le nombre des baliveaux à réserver, ou plutôt pour leur *espacement*, le nombre se déterminant par l'espacement. Supposons un taillis de vingt ans dont les brins verticaux auraient, les uns dans les autres, trois mètres sous branches et trois mètres de cime. Si nous rapprochions les baliveaux de telle sorte que, la coupe faite, l'ombre de chacun d'eux, aux heures intermédiaires où les ombres sont à peu près de longueur égale aux corps qui les portent, vienne se confondre avec

la moitié de l'ombre du baliveau voisin, il est clair que l'espacement serait trop faible et les baliveaux trop nombreux ; l'ombrage serait trop épais et ne tarderait pas après quelques années à nuire au développement des rejets des souches. Si, au contraire, les baliveaux beaucoup plus clairsemés laissaient entre leurs ombres respectives un intervalle aussi long que ces ombres elles-mêmes, nous n'hésitons pas à dire qu'ils seraient trop espacés : une part importante du parterre de la coupe, en ce cas, ne recevrait jamais le bienfait de l'ombrage des réserves, si ce n'est peut-être aux heures matinales et vespérales voisines des crépuscules, où les rayons solaires rasent le sol obliquement et avec peu de force.

Entre ces deux extrêmes, il est un moyen terme qui semblerait tout naturellement indiqué par la hauteur des brins au sommet de leur cime. Cependant, si l'on n'espaçait les baliveaux que de leur longueur, le nombre pourrait en être trop grand, sinon quant au présent, du moins en raison de leur développement ultérieur : une fois le taillis abattu, les brins réservés s'accroissent davantage dans le sens latéral que dans le sens vertical, et leur cime s'élargit plus qu'elle ne monte. En sorte que, vers le milieu de la révolution, ils pourraient commencer à donner un *couvert* qui nuirait au développement des rejets de souches les avoisinant. Par exemple, dans un taillis de vingt ans dont la hauteur serait de six mètres, en n'espaçant les baliveaux que d'un intervalle de 6 mètres, on en aurait 270 à 280 par hectare, et ce serait beaucoup. Sans doute l'ombre de tous ces brins de l'âge n'aurait aucune influence fâcheuse pendant les deux ou trois premières années, au contraire ; seulement, à mesure que s'élèverait le recru des cépées, les cimes des baliveaux croîtraient de même et bien plus dans le sens horizontal, c'est-à-dire de la largeur, que dans le sens vertical ou de la hauteur. Si bien que, au bout de dix ans, tel brin réservé qui, venu en massif jusqu'à trente ans, n'aurait eu qu'une cime relativement grêle

et sans action appréciable comme couvert, pourra bien, croissant à l'état isolé depuis dix ans, avoir acquis assez d'ampleur à la cime pour étendre son couvert sur une surface, autour de son pied, de 3 à 4 mètres carrés. Or cette surface répétée 270 ou 280 fois sur un hectare, représente le 10e ou le 11e de cette surface; et naturellement cette proportion s'accroîtrait encore pendant les dix autres années à suivre jusqu'au retour de la coupe. Nous arriverions au contraire à ne recouvrir la coupe que de $\frac{1}{35}$ de sa surface au bout de dix ans, en prenant pour espacement le double de la longueur des brins réservés, ce qui nous donnerait 70 baliveaux à l'hectare : ce serait trop peu. Mais en prenant un terme intermédiaire tel que une fois et demie cette longueur, nous arriverions à 120 baliveaux donnant, à 4 mètres de couvert par arbre, 480 mc au bout de dix ans, soit $\frac{1}{20}$ de la surface totale, laquelle pourra s'élever au $\frac{1}{15}$ durant la seconde dizaine d'années, ce qui constitue de bonnes proportions.

Nous nous sommes placés ici dans l'hypothèse d'un taillis de 20 ans. Il n'en irait plus tout à fait de même avec un taillis de 40 ans : là les brins de l'âge peuvent avoir 10 à 12 mètres de hauteur totale avec 6 ou 7 mètres de fût sous branches. Et ces cimes de 4 à 5 mètres, *ayant crû jusqu'alors à l'état serré*, ne fourniront pas un couvert plus sensiblement appréciable que celles de nos baliveaux de 20 ans de tout à l'heure. Mais leur ombre portée sera plus longue et ombragera successivement chaque jour des surfaces plus grandes. De plus, en s'élargissant et formant peu à peu un certain couvert, elles nuiront moins au sous-bois, à surface égale, par ce couvert provenant de cimes plus élevées au-dessus du sol, que les cimes de nos brins isolés à 20 ans. On sera donc bien plus à l'aise, dans un taillis à longue révolution, pour régler à son gré le nombre des réserves, lequel pourra plus aisément être moindre, tout en observant un espacement *relativement* plus faible :

rien ne s'opposera à ce que l'on adopte, ici, la longueur même des brins de réserve pour espacement ; car cet espacement étant de 10 mètres nous donnerait 100 baliveaux seulement à l'hectare, ce qui, pour un taillis simple, n'est assurément pas trop. Le chiffre de 70 baliveaux représenterait un espacement de 12 mètres.

Ces indications, au surplus, ne sont et ne peuvent être qu'approximatives et doivent nécessairement varier avec les essences, comme aussi, en cas de sols très déclives, avec l'exposition. Il est certain que, dans un taillis qui serait composé d'ormes, d'érables, de charmes, toutes essences à feuillage abondant et à couvert épais, l'on devra mesurer plus parcimonieusement les brins de réserve que si le peuplement ne comprenait que des essences à ombrage léger et à faible couvert, telles que chêne, frêne, bouleau. Au contraire, sur un versant rapide exposé au midi ou au couchant, il faudra serrer d'autant plus la réserve que l'insolation y est plus vive ; tandis que sur les pentes au regard du nord ou de l'est, qui voient le soleil moins longuement, on pourra l'espacer davantage. D'ailleurs et toutes autres circonstances étant semblables, on peut toujours, aussi bien en taillis simple qu'en taillis composé, maintenir un plus grand nombre de réserves sur les versants rapides que sur les terrains plats ou faiblement inclinés. La raison en est que les cimes des arbres se trouvant étagées laissent toujours aux rayons solaires un plus libre passage jusqu'à terre ; de plus, par le fait même de la déclivité, il arrive un moment dans la journée où ces rayons, alors qu'ils tombent obliquement sur les terrains plats, viennent frapper le sol normalement à sa pente, pour peu que celle-ci fasse avec l'horizon un angle suffisamment prononcé.

En résumé, qu'il s'agisse d'un boqueteau de faible surface ou d'une coupe considérée isolément dans un bois de plus grande étendue, l'aménagement d'un taillis simple doit s'appuyer sur deux ordres de faits : 1° l'exploitabi-

lité, déterminée par la double considération des conditions de la végétation et du résultat particulier que l'on se propose d'atteindre ; 2° le degré de fertilité et de fraîcheur ou d'aridité du sol, et le plus ou moins de protection contre l'insolation qu'il peut être nécessaire de lui procurer.

Évidemment, ces deux ordres de faits doivent entrer pareillement en ligne de compte lorsqu'il s'agit d'une forêt d'étendue plus ou moins grande, dans laquelle on veut prélever, chaque année, une coupe fournissant une quantité de bois égale à l'accroissement de toute la forêt pendant l'année précédente. Seulement, un élément important s'ajoute ici aux deux autres : le partage de la forêt en autant de parcelles que le nombre d'années de l'exploitabilité adoptée, chacune de ces parcelles étant inversement proportionnelle en contenance au degré de consistance des peuplements. Cette dernière conception, parfaitement logique en théorie, est à peu près inexécutable dans la pratique. Donner à la coupe annuelle une contenance double là où le bois moins serré et moins bien venant représente un rendement ou une valeur inférieure de moitié à la valeur ou au rendement normal, d'un tiers moindre là où le taillis vaut un tiers de plus, cela impliquerait des évaluations de détail et d'une délicatesse telle que l'on n'arriverait jamais à des résultats certains. Au reste, quand il s'agit de massifs de faible étendue, comme 100 ou 200 hectares par exemple, il est rare que les nuances de peuplement y soient assez tranchées et assez importantes pour qu'on ne puisse les négliger sans grand inconvénient. Et, quand on a affaire à des forêts de plusieurs milliers d'hectares, on arrive à compenser suffisamment les moins-values de certaines parties par les plus-values des autres, en procédant de la manière suivante :

On partage la forêt en un certain nombre de *séries*, autrement dit en un certain nombre de fractions de l'ensemble, chacune bien nettement délimitée d'avec les autres soit par des dispositions ou des accidents naturels

du sol, des chemins, des cours d'eau, des crêtes, etc., soit par des *laies* séparatives, grandes allées ou avenues ouvertes et essartées *ad hoc*. On considère chaque série comme une forêt distincte que l'on soumet à un aménagement spécial. On conçoit que, dans un massif de plusieurs milliers d'hectares, on puisse réunir, dans des séries différentes, tous les modes d'exploitation. En tous cas, les deux principaux, le taillis et la futaie, s'y rencontrent le plus souvent. Supposons toutefois, pour ne pas mêler les questions, qu'il ne s'agisse que de taillis simple, et considérons un massif de mille hectares à aménager suivant cette donnée.

Il faudra commencer par se rendre un compte exact des différentes nuances de peuplement par une étude approfondie faite sur les lieux au moyen, si besoin est, d'un *parcellaire* provisoire, permettant d'étudier et de décrire séparément l'état et les conditions de chaque parcelle correspondant à ces nuances : nature, qualité et disposition du sol, composition des essences, *âge du peuplement, état de la végétation*, exposition, contenance. Lorsque ce travail, assez long et minutieux, est terminé sur le terrain, et les parcelles figurées sur le plan général de la forêt préalablement levé à cet effet, il s'agit de rechercher, ayant sous les yeux à la fois le plan du parcellaire et sa description, le meilleur mode de division à adopter pour que les produits d'une série ou portion de série moins bonne puissent être compensés simultanément par les coupes d'une série ou portion de série d'un meilleur rendement. Il faut aussi tenir compte des âges du taillis sur les différents points pour que la *révolution transitoire*, destinée à établir, dans chaque série, une gradation régulière dans les âges du peuplement, s'éloigne le moins possible des résultats que doit donner la *révolution définitive*.

Admettons, pour simplifier le premier exposé, que notre massif de mille hectares se trouve partagé, par la disposition naturelle du sol, en quatre cantons sensiblement

égaux, et que chacun des quatre, ayant appartenu à des propriétaires différents, a été exploité, d'année en année, d'une manière à peu près régulière quoique sans aménagement préalable. L'aménagement à établir par le propriétaire unique des quatre massifs contigus ne consistera guère que dans la régularisation et la fixation sur le terrain de ce qui avait été fait précédemment, à l'an l'année et par approximation. Appliquons sur le plan d'ensemble de la propriété les plans d'arpentage des coupes annuelles; le parcellaire se trouvera ainsi tout tracé, et, si les propriétaires précédents ont dirigé leurs coupes suivant les principes du métier, nous constaterons tout d'abord les faits suivants :

1° Dans chacune des quatre anciennes propriétés, aujourd'hui réunies en une seule par succession, remploi ou autrement, nous verrons que les coupes n'ont pas été assises au hasard et sans ordre, tantôt sur un point tantôt sur un autre, mais bien de proche en proche, sans interruption ni lacune; de plus, pour en régulariser la forme autant que possible en vue d'une plus grande facilité pour l'exploitation, dans trois au moins de nos quatre cantons, on a, au besoin, ouvert une ou deux lignes ou *laies,* dans le sens de la plus grande longueur du canton, lignes sur lesquelles les coupes sont venues s'appuyer de part et d'autre : ces *laies,* qui servent en même temps de chemins d'exploitation, sont appelées laies *sommières.* Le soin d'asseoir les coupes de proche en proche, sans interruption ni lacune et en leur donnant la forme la plus régulière possible, constitue ce que l'on appelle, en langage forestier, la *première règle d'assiette.*

2° Par leur forme et leur disposition relativement au périmètre, aux chemins existants, aux *laies* là où il en a été ouvert, aux moyens de transport quels qu'ils soient, on voit que les coupes ont été effectuées de telle manière que l'on n'a jamais été dans la nécessité de transporter leurs produits au travers de celles qui avaient été exploi-

tées précédemment. On a ainsi observé exactement la *deuxième règle d'assiette* qui a pour but de préserver le jeune recru des dégâts énormes que leur cause toujours le passage des chars pesamment chargés par les produits, en écorchant les souches, écrasant les jeunes rejets, blessant plus ou moins grièvement ou même mutilant les brins réservés.

3° Dans deux des quatre anciennes propriétés, les coupes ont été assises de telle façon que la parcelle de taillis la plus âgée se trouve située au nord, les âges décroissant de proche en proche jusqu'à la parcelle la plus jeune qui se trouve ainsi occuper le sud. Dans une troisième, nous constatons une disposition analogue, à cela près que la parcelle la plus âgée est à l'est, la marche des coupes ayant été dirigée de l'est à l'ouest. Cette direction de la marche des coupes du nord au sud ou de l'est à l'ouest résulte de l'observation de la *troisième règle d'assiette*. C'est une règle établie en vue de protéger les jeunes coupes, dans les premières années qui suivent l'exploitation, contre les vents pluvieux du sud ou de l'ouest, plus violents d'ailleurs, en général, que ceux du nord et de l'est : ces vents, accompagnés de pluies et souvent d'orages, détrempent la terre des coupes récemment exploitées et déracinent facilement les arbres réservés : ces coupes, abritées par les coupes sur pied et prochainement exploitables, souffriront moins de ces vents qui ne leur arriveront qu'affaiblis par leur passage à travers les massifs. La coupe de l'année recevra aussi, au soleil couchant, quelque ombrage du taillis à exploiter l'année suivante.

4° Ces trois règles ne paraissent pas avoir été observées au même degré dans le dernier de nos quatre cantons, dont, au reste, les courbes de niveau indiquent, sur le plan, qu'il occupe une sorte de croupe dont les versants, sur plusieurs points assez rapides, sont inclinés au regard du sud et de l'ouest. Là, le parcellaire indique que les

coupes ont été assises successivement du sud au nord, contrairement à la règle précédente ; et leur forme, en lanières étroites et allongées dirigées dans le sens de la pente générale, est par le fait moins régulière que celle des coupes des autres cantons. L'assiette des coupes dans la direction du sud au nord est ici motivée par une circonstance locale : la conformation de la vallée à laquelle appartient le versant est telle, que la direction des vents chauds et humides, venant de l'ouest, s'y trouve déviée, et que ces vents soufflent du nord au sud le long du versant auquel appartient notre canton. L'ancien propriétaire avait donc très judicieusement observé l'esprit de la troisième règle d'assiette, tout en paraissant en avoir violé la lettre. Mais pourquoi n'avoir pas donné aux coupes, au moyen d'une ou deux laies transversales, une forme moins allongée, moins étroite, plus carrée, conformément à la seconde prescription de la première règle d'assiette ? C'est que, *en montagne,* cette disposition des coupes en longues bandes suivant les lignes de plus grande pente est souvent commandée par la conformation orographique : si la pente est très raide, trop abrupte même pour permettre, sans des frais excessifs, l'établissement de laies ou chemins à mi-côte, une telle disposition des coupes est en effet la meilleure, surtout quand au pied du versant coule un cours d'eau ou existe une bonne route permettant un facile enlèvement des produits. Ceux-ci sont traînés ou précipités de haut en bas avec une facilité relative et sans sortir des limites de la coupe en exploitation. En outre, comme, sur les versants rapides formant les parois des vallées, les vents dominants rasent leurs flancs plutôt qu'ils ne soufflent de face, la disposition qui nous occupe a cet autre effet utile que les coupes leur présentent ainsi leur moindre profondeur et qu'ils n'y exercent leurs ravages que sur une étendue plus faible. MM. Lorentz et Parade, dans leur savant *Cours de culture des bois*, qui est à juste titre le *vade-mecum* des forestiers

français, font de cette observance une cinquième règle d'assiette, spéciale aux forêts ou portions de forêt en montagne, de même que la quatrième dont il nous reste à parler.

Celle-ci, qui semble au premier abord en contradiction avec celle que nous venons d'exposer et de justifier, se formule ainsi :

« En montagne, il faut exploiter en premier lieu les parties inférieures, et conserver les parties supérieures pour être coupées en dernier lieu. »

Voici de quelle manière se dénoue cette contradiction apparente : en montagne, les pentes ne sont pas toujours excessives et sont d'ailleurs rarement uniformes. Il se présente donc un grand nombre de cas, surtout en des forêts d'une certaine étendue, où l'on peut, utilement et sans frais disproportionnés, tracer et ouvrir des chemins d'exploitation perpendiculairement aux plus grandes pentes ou à peu près, de manière à ce que leur profil en long soit, sinon presque horizontal, du moins d'assez faible inclinaison. Le versant se trouve ainsi partagé en deux ou plusieurs zones, au bas de chacune desquelles un moyen de transport existe qui permet l'enlèvement relativement facile des produits réalisés sur cette zone. On doit alors disposer les choses de manière à pouvoir commencer les exploitations par la zone la plus inférieure et les terminer par la zone du haut. Telle est la *quatrième règle d'assiette.* Ce qui n'empêche pas de donner aux emplacements de ces exploitations une forme étroite et allongée, de manière à en présenter la moindre largeur aux vents dangereux : il faut alors calculer en conséquence l'emplacement des laies ou chemins transversaux, au besoin n'appuyer les sommets des coupes que sur une partie d'entre eux, les autres étant traversés de part et d'autre par la longueur de chaque coupe. La raison d'être de cette distribution de bas en haut tient à deux motifs : l'un commun à tous les modes de traitement forestier, l'autre con-

cernant plus spécialement les bois de futaie pleine ou contenant des arbres de futaie et en état de produire des graines fertiles et de contribuer par là à la régénération des peuplements : on comprend que ces graines tendent à descendre le long du versant et qu'il y ait, par suite, intérêt à ce que les arbres qui les donnent soient maintenus le plus longtemps possible au voisinage des sommets. L'autre motif se rattache aux montagnes de grandes hauteurs, surtout de celles où la région boisée est surmontée de la zone pastorale où s'amoncelle la neige en hiver, et à plus forte raison de la zone des neiges perpétuelles. Les bois sur pied fournissent un rideau protecteur contre les éboulements, les avalanches et les ouragans qui se précipitent si souvent des altitudes supérieures : il est donc très important de conserver ces bois intacts aussi longtemps que faire se peut. Souvent même on ajoute à cette précaution celle de maintenir, au voisinage de la limite de la végétation forestière, une bande plus ou moins large que l'on n'exploite pas, si ce n'est au terme extrême de l'exploitabilité physique individuelle des arbres qui la composent, et qui forme, dans les aménagements, une zone hors série ou hors cadre sous le nom de *zone de protection*.

IV

DE L'AMÉNAGEMENT DES TAILLIS SIMPLES.

§ 2. *Application à un exemple.*

Revenons à notre plan parcellaire.

Les conditions dans lesquelles il se présente rendent particulièrement simple et facile l'aménagement à établir. Ce plan représente quatre cantons de bois contigus, dont trois sur un même plateau et un quatrième en un versant plus ou moins rapide à l'aspect du sud et de l'ouest.

Sylviculteurs éclairés, les propriétaires antérieurs de ces quatre petits bois les ont exploités, il est vrai, sans aménagement préalable assis sur le terrain, mais en suivant méthodiquement toutes les saines traditions du métier. Admettons encore que nos quatre cantons soient disposés en quatre espèces de secteurs autour d'un commun centre, de telle sorte que, en ouvrant deux laies se coupant à angle droit par ce centre, on puisse partager l'ensemble en quatre parties égales correspondant à peu de chose près aux quatre propriétés anciennes dont s'est constituée la propriété actuelle.

Voilà notre forêt de mille hectares partagée du coup en quatre séries, moyennement de 250 hectares chacune. On comprend que, dans la pratique, on n'arrive guère à des égalités pareilles ; mais il ne faut pas oublier que nous raisonnons en ce moment sur un exemple idéal, une sorte de diagramme choisi et combiné de manière à donner à notre exposé la plus grande somme de clarté possible. Admettons que nos quatre contenances soient respectivement 258, 244, 240 et 258 hectares.

Désignons par les majuscules A, B, C et D nos quatre séries, A représentant le quartier nord-est, B le quartier sud-est, C le sud-ouest, D la série du nord-ouest. A, B et D occupent l'extrémité ouest d'un plateau qui se termine en C par une croupe arrondie formant l'un des versants d'une vallée ; au bas de celle-ci, existe une route qui va rejoindre plus loin, par des pentes adoucies, le réseau de viabilité qui sillonne le plateau. Le sol, assez frais en A, B, D et à la partie supérieure de C, se compose de sables argileux du groupe néocomien, au-dessous desquels se montre, sur les flancs du versant, le calcaire de l'oolithe moyenne.

Le peuplement du secteur A, qui formera notre 1re série, comprend des rejets de chêne d'assez belle venue dans la proportion des 5/10, du hêtre et du charme pour 2/10 et, pour les derniers 3/10, diverses essences, telles que

frêne, orme, érables, merisier, sorbiers, etc. C'est un taillis de tous âges, de 1 à 40 ans, disposés suivant une gradation uniforme du sud au nord. En parcourant sur le terrain ce massif, on constate que la végétation, très vigoureuse jusqu'à l'âge de 30 ans, se maintient encore un peu pendant quelques années au delà, puis se ralentit visiblement, si bien que les parcelles âgées de 35 à 40 ans ne paraissent pas sensiblement plus fortes en hauteur et en diamètre que celles de 30 à 35 ans, lesquelles n'ont plus gagné beaucoup elles-mêmes. Ce qui nous indique l'âge de 30 ans comme correspondant, sur cette série, à l'exploitabilité absolue, c'est-à-dire à l'âge où le produit en matière du taillis est le plus abondant. Nous admettrons donc, pour la possibilité de notre 1re série, en A, $\frac{258}{30} = 8^h,60$ au lieu de celle de $\frac{258}{40} = 6^h,45$ précédemment adoptée. Il s'agira de partager en conséquence cette série, *conformément aux règles d'assiette*, en 30 coupes d'une étendue moyenne de $8^h,60$, de manière à pouvoir exploiter chaque année pareille contenance de bois de trente ans. Comme les laies sommières existantes et sur lesquelles s'appuyaient les précédentes exploitations, bien que dirigées du nord au sud, ne se trouvent pas exactement parallèles et perpendiculaires à nos laies de division des séries, il faudra les redresser ou, mieux, en ouvrir de nouvelles, calculées pour permettre de donner autant que possible aux coupes la forme de parallélogrammes rectangles dont la longueur n'excéderait pas trop le double de leur largeur. Avec deux sommières, par exemple, on aurait trois rangées de coupes, dont les deux intérieures en contiendraient chacune douze, je suppose ; la rangée extérieure, celle que longe à l'est le périmètre et où leur forme serait nécessairement moins régulière, en contenant six. L'espacement des baliveaux de l'âge à réserver pour rester sur pied pendant une seconde révolution pourra varier de 8 à 12 mètres, suivant que l'on rencontrera des brins d'essence à faible couvert comme chêne,

frêne, sorbier, ou à ombrage plus épais comme hêtre, charme, orme : on aura ainsi une réserve de 120 baliveaux à l'hectare en moyenne.

La 2e série sera formée du secteur B. La composition du sol s'y montre la même, à cela près que, la proportion d'argile y étant plus forte, la fraîcheur y est plus grande et y maintient constamment un peu d'humidité. Le peuplement y est mélangé d'aune blanc, de châtaignier, de frêne, de bouleau pubescent, de saule marceau. La possibilité y avait été fixée jusqu'alors d'après une exploitabilité à 20 ans, ce qui, pour une étendue de 244 hectares, la portait à $12^h,20$. Une telle possibilité n'était pas entièrement satisfaisante : au point de vue de l'exploitabilité absolue, elle était trop forte, car le plus grand accroissement moyen, visiblement, n'était pas atteint à cet âge, à en juger par la vigueur de la végétation. Au point de vue de la réalisation des produits les plus utiles (exploitabilité relative), elle était trop faible, eu égard aux conditions économiques de la localité : nous nous supposons en plein pays vignoble, là où le cerclage et les échalas constituent un produit important et recherché, d'un placement toujours assuré. Dès l'âge de 7 ou 8 ans, le châtaignier et le marsault donneraient déjà du cerclage; mais les brins de bouleau, d'aune, de frêne, seraient peut-être encore un peu faibles. En adoptant l'âge de 10 ans, nous serons dans les meilleures conditions pour obtenir des échalas et des cercles : ce sera donc notre exploitabilité. La possibilité en résultant sera de $\frac{244}{10} = 24^h,40$. On partagera donc géométriquement la série B soit en dix parcelles d'une étendue moyenne de $24^h,40$, soit en vingt parcelles de $12^h,20$, disposées bien entendu conformément aux règles d'assiette et de façon à établir dans la série deux rotations simultanées, durant la même révolution de dix ans : cette seconde combinaison aurait l'avantage de donner moins d'étendue à chaque lot de coupe, de manière à en rendre l'exploita-

tion plus facile et moins nuisible au recru. La réserve serait établie à raison de 150 baliveaux à l'hectare, ce qui suppose un espacement moyen de 8 mètres environ.

Les conditions sont bien différentes dans la série C. Elle forme une croupe arrondie au sommet, c'est-à-dire au point de jonction des quatre cantons, mais à flancs relativement abrupts sur les 4/5 de son étendue, et regardant le sud, le sud-ouest et l'ouest : elle est donc exposée, bien plus que les autres, au danger de l'insolation. De plus, au lieu d'un terrain argilo-sableux conservant la fraîcheur, nous avons affaire, dans sa plus grande partie, à un terrain calcaire, maigre et sec, facile à échauffer. Le peuplement se compose pour 6/10 environ de chêne, et pour 4/10 de charme. Grâce à ce mélange qui assure au sol un abri suffisant, celui-ci n'est nulle part découvert ; et, malgré son aridité et son exposition brûlante, il porte un peuplement complet. Seulement, la végétation s'y ralentit de bonne heure, et à partir de vingt ans elle ne produit plus d'accroissement sensible. Aussi le propriétaire avait-il adopté sagement cet âge pour terme de son exploitabilité. Nous avons vu que, en raison d'une interversion dans la direction des vents le long de la vallée qui s'étend au pied du versant, on avait dû établir la marche des coupes dans la direction du sud au nord : il faudra maintenir cette exception rationnellement motivée. D'autre part, toutes les coupes avaient été successivement assises de haut en bas du versant, en une suite de lanières en forme de triangles allongés, ayant leur commun sommet sur celui du mamelon, et s'étendant en éventail sur ses flancs. Cette disposition était assurément légitime, puisqu'elle permettait d'effectuer l'exploitation de chaque coupe sans en faire passer les produits par les coupes précédemment exploitées. Mais il est possible d'adopter une disposition meilleure encore, en traçant à mi-côte, suivant une pente très adoucie, deux chemins longeant le flanc du versant et le côtoyant transversalement aux

lignes de plus grande inclinaison : la pente ne dépassant pas une moyenne de 15 à 20 p. c., ces tracés sont possibles ; et, en les raccordant aux deux bras sud et ouest de la croix formée par les deux laies séparatives des séries, on les fera entrer dans le réseau de la viabilité générale. De cette façon, les seules coupes de la rangée du haut auront la forme triangulaire ; celles des deux autres rangées seront des trapèzes dont la plus grande des deux bases parallèles reposera sur le bord du chemin inférieur. Il faudrait, pour se conformer strictement à la quatrième règle d'assiette, commencer l'exploitation par les coupes de la rangée inférieure, pour la continuer ensuite par celles du milieu, et n'attaquer les coupes de la rangée du haut qu'en dernier lieu. Mais on est bien obligé de compter avec la marche antérieurement suivie : or on sait que les coupes avaient été assises jusque-là en bandes longues et étroites s'étendant chacune du sommet au bas du versant ; si l'on suivait rigoureusement l'ordre normal, on aurait, pendant la première révolution, des coupes de plus en plus au-dessous de l'âge d'exploitabilité dans la rangée inférieure, pour revenir prendre des coupes le dépassant sensiblement dans la rangée intermédiaire et plus encore dans la rangée supérieure, ce qui entraînerait des pertes sensibles et détruirait le rapport soutenu. On tournera la difficulté de la manière suivante : sur la partie du massif la plus âgée, celle qui se trouve contiguë au bras méridional de la croix des laies séparatives, on assoira les coupes n°s 1, 2 et 3 : la coupe n° 1 dans la rangée du bas, où elle comprendra, seulement pour la première fois, des bois de 20, 19 et 18 ans ; la coupe n° 2, au-dessus, entre les deux chemins à mi-côte, où elle se composera de bois de 21, 20 et 19 ans ; puis la coupe n° 3, au-dessus du n° 2, dans la rangée supérieure, avec des bois de 22, 21 et 20 ans. La coupe n° 4 trouvera ensuite sa place au joignant du n° 1, le n° 5 au joignant du n° 2, et le n° 6 au joignant du n° 3, et ainsi de suite. Chacune des nouvelles

coupes comprendra de la sorte, pendant la première révolution, des bois de trois âges, mais rapprochés entre eux ainsi que de l'âge normal ; ce qui, dans un remaniement d'aménagement, est parfaitement admissible et n'entraînerait pas, d'ailleurs, des variations exagérées du rapport soutenu.

La réserve, dans notre troisième série, devra être très serrée, et cela pour deux raisons : en premier lieu, le terrain étant sec et l'exposition chaude, il est nécessaire de procurer au sol le plus d'ombrage possible ; d'autre part, il y a toujours beaucoup moins à craindre en pente forte qu'à plat d'un excès de couvert, attendu, comme on l'a dit plus haut, que, sur un versant très déclive, les cimes des arbres s'étagent et laissent toujours les rayons du soleil pénétrer plus ou moins jusqu'au sol. On pourra donc, sans crainte, fixer ainsi, comme dans la série précédente, l'espacement des baliveaux à une moyenne de 8 mètres, afin d'avoir 150 à 160 baliveaux à l'hectare ; car, si la révolution est ici plus longue, les essences sont, par nature et en raison de l'aridité du sol, d'une croissance moins active. Quant à la possibilité, elle est, comme toujours dans les taillis, déterminée par le rapport de la surface à l'exploitabilité : $\frac{240}{20} = 12$; elle est de 12 hectares.

Avec la série D, nous rentrons dans les conditions de sol et de climat de la série 1re ou A. Mais le peuplement y est composé d'une manière toute différente. Le bouleau blanc y forme l'essence dominante et y entre pour moitié. Le chêne n'y compte guère que pour 2/10, les autres 8/10 se composant d'alisiers, de merisier, de sorbiers, de tilleul. L'âge de 20 ans, adopté pour l'exploitabilité dans la série C, serait ici un peu faible : la fraîcheur et la fertilité relative du terrain permettent à la végétation de prolonger un peu plus longtemps son élan. D'un autre côté, l'exploitabilité de la série A, où les essences dominantes sont le chêne, le hêtre et le charme, serait trop forte en D, où le peuplement principal ne comporte pas un âge

aussi élevé. Nous adopterons donc l'exploitabilité de 25 ans, qui nous donnera une possibilité de 10^h 32, et nous fixerons l'espacement moyen des brins de l'âge à réserver à 8 ou 10 mètres, soit 100 à 130 baliveaux à l'hectare. La répartition des 25 coupes s'établira d'une manière analogue à celle des 30 coupes de la série A — la disposition topographique y étant la même, — au moyen de deux laies sommières parallèles, perpendiculaires aux deux laies de division des séries ; l'on s'orientera sur la direction de l'assiette des coupes lors des exploitations antérieures, laquelle avait été établie de l'est à l'ouest.

Tel est ou, du moins, tel peut être l'aménagement d'un bois de mille hectares en taillis simple. Il est visible que le rendement annuel sera fort différent d'une série d'exploitation à l'autre, puisque la composition des essences, la nature du sol et l'exposition sont elles-mêmes différentes. Mais, comme la forêt a été partagée de manière à grouper, série par série, les conditions semblables, et comme en même temps l'aménagement se meut dans chaque série indépendamment des autres, le rapport ou revenu annuel sera suffisamment soutenu, puisque les quatre possibilités se réuniront en une seule masse chaque année, les plus faibles étant compensées par les plus fortes.

La division en séries a un autre avantage : celui d'éviter les coupes d'une trop grande étendue. Si nous avions voulu aménager notre forêt de mille hectares en une seule série, nous aurions été amenés probablement à adopter, comme terme d'exploitabilité, l'âge de 20 ans qui correspond à peu près à la moyenne des exploitabilités des quatre cantons. Il nous aurait fallu, par suite, diviser nos mille hectares en vingt coupes de cinquante hectares chacune. Non seulement ces coupes eussent été d'un rendement inégal, mais en outre leur exploitation eût été beaucoup plus dommageable, en obligeant les charrois à parcourir une plus grande étendue du parterre en exploitation avant de

rencontrer les laies et les layons séparatifs de coupes, au moyen desquels ils gagnent sans commettre de dégâts les chemins d'exploitation ou la lisière du bois.

C'est donc un principe très important, en matière d'exploitation des bois, de ne jamais comprendre une grande étendue boisée en un aménagement unique, mais de la partager en un certain nombre de séries, pouvant sans doute et devant même avoir une corrélation entre elles, bien que constituant néanmoins chacune, au point de vue de l'exploitabilité, de la possibilité et de l'exploitation, un tout autonome et distinct. Une grande forêt, aménagée en plusieurs séries, pourrait être comparée, non sans quelque exactitude, à une confédération d'États dans laquelle chacun d'eux, tout en ayant son gouvernement propre et sa législation particulière, est cependant soumis, comme ses voisins, à la législation générale de la confédération. Nous aurons occasion de voir, dans la suite de ce travail, combien ce principe de division est plus important encore, lorsque la possibilité doit s'établir par volume ou par pieds d'arbres, et non plus seulement par contenance.

C. de Kirwan.

DE L'ASSAINISSEMENT

DES VILLES

L'assainissement des villes est chose complexe. Les conditions d'assainissement subissent nécessairement l'influence des mœurs, des climats, des situations topographiques, des altitudes. Il n'y a peut-être pas de matière qui ait été l'objet de publications plus nombreuses au point de vue de la technique et de l'hygiène. Dans ce travail, nous nous bornerons à rechercher des faits restés constants pendant de longues périodes et qui se sont vérifiés sous des climats divers. Nous chercherons à les grouper et à en tirer des conclusions rationnelles, en nous basant sur les statistiques officielles. Il ne sera peut-être pas sans intérêt d'établir ainsi dans quelle mesure les prévisions de la science se sont déjà réalisées.

Notre tâche sera facilitée, grâce à l'organisation des bureaux d'hygiène, que nous devons au docteur Janssens, membre de l'Académie royale de médecine de Belgique. Ces bureaux installés sur de nombreux points du globe, reliés entre eux télégraphiquement, permettent la publication de

bulletins périodiques, de statistique démographique et médicale, comprenant les observations météorologiques, le mouvement de la population, l'âge et les conditions d'habitation des personnes décédées, enfin les causes principales des décès.

La plupart des grandes villes de l'Europe ont fait de ces publications, qui constituent d'intéressants recueils de statistique sanitaire.

Le bulletin de la ville de Bruxelles en est à sa 18e année. Il donne une statistique comparée, non seulement pour toutes les villes de la Belgique, mais pour les principales villes du globe.

Il indique le taux de la mortalité annuelle sur mille habitants, et le nombre des décès causés par les maladies miasmatiques que les spécialistes ont dénommées maladies zymotiques, parce qu'elles naissent de principes toxiques et présentent des phénomènes comparables à des fermentations.

Les bulletins de statistique médicale, en indiquant le nombre des décès par les maladies miasmatiques dans des milieux divers, constituent donc de véritables zymosimètres spéciaux, que les Allemands appelleraient *Gährungsmesser*.

Si, en regard de ces renseignements statistiques recueillis pendant un grand nombre d'années, on place les périodes d'exécution de grands travaux d'assainissement, on pourra facilement apprécier les conséquences de ces travaux, lorsque ceux-ci auront eu pour but de supprimer les ferments, causes de maladies zymotiques, telles que la variole, la fièvre typhoïde, la diphtérie.

Si, pendant de nombreuses années et dans les climats les plus divers, les mêmes travaux ont eu pour conséquence de réduire les mortalités par la fièvre typhoïde, la variole et la diphtérie, on sera bien obligé de se ranger à l'avis du docteur Janssens lorsqu'il appelle ces fléaux « maladies évitables », en ce sens que les soins donnés à l'assainisse-

ment des villes parviennent à enrayer leurs désastreux effets dans une proportion considérable. C'est là une véritable conquête scientifique ; ce ne sont plus simplement des théories spéculatives, comme on le reprochait aux hommes d'élite qui traitaient ces sujets il y a quelque vingt-cinq ans.

Aujourd'hui, nous avons le bulletin démographique comme balance, comme registre de comptabilité, donnant la mesure des résultats obtenus par les travaux. C'est en Allemagne, à Berlin surtout, que l'on a vérifié sur une vaste échelle l'existence des « maladies évitables » . On y a établi ce fait, que l'éloignement immédiat, au fur et à mesure de leur production, des déjections d'une grande ville, combiné avec l'aménagement de conduites amenant une eau abondante et potable, diminue la mortalité par la fièvre typhoïde.

A Berlin, on avait depuis longtemps divisé la ville en quartiers ou secteurs, habités par des populations comparables entre elles par leur manière de vivre.

On possédait, pour plusieurs quartiers ouvriers ou commerçants, pour les centres habités par la classe aisée ou la classe pauvre, les tableaux des maisons atteintes par le typhus, lorsqu'en 1871 on a procédé à la canalisation générale de la ville, pour en éloigner les matières fécales et les eaux ménagères, et les conduire vers des terrains à irriguer.

Quoique les travaux fussent entièrement exécutés, on n'a admis à s'embrancher à l'égout que certains quartiers, tandis que d'autres ont été obligés de conserver les fosses. Pendant la durée de l'expérimentation, c'est avec le plus grand soin, et en ayant recours aux lumières de sommités médicales, que l'on a constaté les cas de fièvre typhoïde.

Cinq années d'expériences minutieuses, pendant lesquelles on a éloigné tous les cas douteux, ont permis au Dr Skrzeczka, conseiller médical du gouvernement *(Regie-*

rungs und Geheimenmedicinalrath) d'établir dans son rapport une statistique dont voici les conclusions :

1 maison atteinte par le typhus sur 49,3 maisons canalisées ; 1 maison atteinte par le typhus sur 9,3 maisons avec fosses fécales ; 1 cas de mort par le typhus sur 137,5 maisons canalisées ; 1 cas de mort par le typhus sur 43 maisons avec fosses fécales.

D'après le rapport officiel du Dr Skrzeczka, la suppression des fosses à matières fécales a eu pour effet de réduire les maisons atteintes par la fièvre typhoïde de 81 p. c. et le nombre des maisons à décès de 68 p. c.

A Francfort-sur-le-Mein, la transformation des conditions de l'hygiène publique est résumée par les chiffres suivants, produits par le Dr Varrentrapp :

	Nombre de water-closets avec écoulement à l'égout.	Décès par fièvre typhoïde rapportés à 100 000 habitants par an.		Nombre de water-closets avec écoulement à l'égout.	Décès par fièvre typhoïde rapportés à 100 000 habitants par an.
1851-1853	0	86	1872	1 926	57
1854-1856	0	83	1873	4 085	63
1857-1859	0	91	1874	7 077	112
1860-1862	0	72	1875	11 054	43
1863-1865	0	47	1876	13 691	35
1866-1868	0	61	1877	16 048	16
1869	0	36	1878	18 151	23
1870	49	89	1879	19 931	28
1871	400	76			

Pour Dantzig, nous empruntons à un intéressant rapport de M. l'ingénieur en chef Durand-Claye, directeur du service de la voirie de la ville de Paris, les renseignements suivants :

« Le climat de Dantzig, *malgré le voisinage de la mer*, est froid. La température moyenne est de 6°8 à 7°8, tandis que, dans le nord de Bruges et à peu de distance des côtes, elle est de 9° à 10°. Les deux rivières la Mottlau

et la Radauw sont prises dès le milieu de novembre et la débâcle n'a lieu que vers le 1er mars. De semblables conditions climatériques semblent, *à priori*, peu favorables à l'application du système d'emploi des eaux d'égout et à l'irrigation empruntée aux marcites du Milanais ou à la Huerta de Valence. De 1863 à 1869, la mortalité avait atteint jusque 36,59 décès sur 1000 habitants. En 1869, elle était de 49,18 pour mille, et même de 55,18 dans le quartier du *Rammbau*. De 1872 à 1879, après la construction des égouts et l'introduction de l'irrigation, la moyenne est tombée à 28,59 pour mille habitants. Dans l'Altstadt, le progrès a été encore plus sensible, passant de 45,92 à 33,49, soit une amélioration de 27 p. c. »

Pour la France, le rapport fait au nom de la commission chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet l'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris et l'assainissement de la Seine, rapport présenté à la chambre des députés par le docteur Bourneville, contient les conclusions suivantes basées sur des relevés statistiques :

« Tandis qu'à Paris notre *mortalité générale* reste depuis une vingtaine d'années voisine de 25 décès par 1000 habitants, tandis que notre *mortalité par fièvre typhoïde* est de 70 à 75 pour 100 000 habitants et notre *mortalité par diphtérie* de 75, Londres n'accuse qu'une mortalité totale de 23 pour 1000 ; la fièvre typhoïde ne donne que 26 décès sur 100 000, soit le tiers de la proportion parisienne, et la diphtérie 18, soit le quart de Paris. A Londres, la suppression des fosses a commencé en 1819 et était achevée en 1848 ; on se trouve donc en présence du fait accompli. Mais d'autres villes permettent de suivre les faits de plus près : à Bruxelles, la fosse fixe était la règle générale jusqu'en 1870-1871 ; la mortalité typhoïdique atteignait 105 décès pour 100 000 habitants ; les fosses disparaissent ; la mortalité typhoïdique tombe à 40 pour 100 000 habitants pour les dix dernières années, et est au-dessous de 30 en 1882, 1883. A Francfort, il n'y

avait que des fosses en 1870; mortalité typhoïdique : 89 par 100 000 habitants. Les water-closets avec écoulement direct s'établissent; ils atteignent, en 1880, le nombre de 20 000. La mortalité typhoïdique baisse progressivement à 29 pour 100 000 habitants. A Berlin, la mortalité totale était de 37,74 pour 1000 habitants, pour la période de 1841 à 1850; de 37,33 de 1855 à 1860; de 38,9 après la guerre. Les travaux d'assainissement avec projection des vidanges aux égouts commencent en 1875 et se poursuivent depuis lors avec activité; la mortalité générale tombe à 33, 30, 29; la fièvre typhoïde, au commencement de la transformation, donnait 50 décès sur 100 000 habitants. Aujourd'hui ce chiffre est tombé à 28. L'influence de la transformation semble même s'accuser quartier par quartier à mesure que les jonctions des immeubles à l'égout public se réalisent. »

Le savant praticien ajoute : « Toutes ces données statistiques concordent trop pour qu'il soit permis d'y voir un simple effet du hasard; elles doivent encourager la ville de Paris à poursuivre une réforme où elle s'est trop laissée devancer par les autres capitales de l'Europe. »

A Paris, on est convenu d'appeler le *Tout à l'égout* le système d'assainissement fondé sur l'évacuation, par les égouts, non seulement des eaux pluviales, des eaux ménagères, des eaux d'arrosage, mais aussi des matières fécales et de tous débris organiques, afin d'éviter le séjour plus ou moins prolongé de matières fermentescibles au milieu des agglomérations humaines. Pour ce qui concerne le *Tout à l'égout*, M. Bourneville se résume comme suit :

« En résumé, s'il lèse des intérêts particuliers, le *Tout à l'égout* supprime les *fosses fixes*, les *puisards*, les *infiltrations du sol*, débarrasse Paris du hideux fléau des *vidanges* avec ses inconvénients et les abus dont il est l'occasion; le Tout à l'égout fait disparaître la voirie de Bondy, les dépotoirs qui entourent Paris; il supprime les

dépenses de surveillance de la vidange et les contraventions, rend inutile la recherche et l'application coûteuse des « moyens de répression sérieux » réclamés par la commission de 1880. Enfin et surtout, ce système rend obligatoire l'usage de l'eau en abondance dans les cabinets d'aisance et par conséquent assainit toutes les maisons d'ouvriers ; loin de se montrer parcimonieux, le propriétaire est intéressé à avoir de nombreux lavages dans les cabinets, pour maintenir la propreté nécessaire à la conservation de son immeuble. Chaque maison projetant dans les égouts l'eau en abondance, les 25 litres de matières fraîches que les Parisiens produisent par seconde pourront se mélanger aux 3000 litres que les collecteurs généraux débitent dans le même temps « sans augmenter l'insalubrité des égouts et sans que les ouvriers en ressentent aucun inconvénient. »

Et Paris n'est pas la seule ville du monde qui conserve « le hideux fléau des vidanges », cette chose immonde, la fosse à matières fécales, où les produits gazeux de la fermentation sont tellement subtils, grâce aux températures résultant des actions chimiques, qu'aucune fermeture hydraulique ou autre ne peut en empêcher l'accès dans les lieux habités. D'autre part, les matériaux les mieux choisis, mis en œuvre avec le plus grand soin, ne résistent pas aux réactions acides des produits liquides de la fermentation ; tôt ou tard ceux-ci traversent les parois les mieux conditionnées, se répandent dans un sol complètement privé d'air et vont corrompre les nappes d'eau souterraines. Inutile, pensons-nous, d'insister sur ce fait que l'existence des fosses à matières fécales entraîne fatalement une parcimonie dans l'emploi de l'eau destinée aux soins de propreté, l'habitant craignant toujours de voir augmenter le cube des matières immondes à faire vidanger. Si les inconvénients des fosses à matières fécales ne sont pas aussi considérables à la campagne, au grand air, elles sont pernicieuses au dernier degré en rendant réduc-

trice l'atmosphère des agglomérations bâties, en favorisant, chez les personnes arrivées à leur entier développement, l'anémie, les malaises, les indolences, par l'action nocive sur le sang, et en développant chez les autres les fièvres typhoïdes et autres maladies infectieuses.

Après avoir compulsé les innombrables écrits basés sur des faits indéniables, sur des statistiques officielles, on peut, sans être médecin, affirmer que l'existence des fosses à matières fécales au milieu des agglomérations favorise le développement des fléaux de la variole, de la fièvre typhoïde et de la diphtérie.

Grâce aux documents statistiques cités plus haut, et aux conclusions qu'en tirent des sommités scientifiques et médicales de tous les pays, le temps des théories spéculatives sur ce point est passé : il faut entrer résolument dans le domaine de l'application, maintenant que ces théories sont vérifiées par des faits.

Il incombe donc aux administrateurs de la chose publique de conclure et d'interpréter les résultats, aux ingénieurs de se conformer aux données fournies par les spécialistes, pour rendre pratique cette conquête de la science. Aussi sommes-nous persuadé qu'il ne se passera plus longtemps avant que les maladies *évitables* aillent rejoindre les maladies historiques, nous pourrions dire archéologiques, telles que la lèpre et la peste. Mais, d'ici là, ne nous ne le dissimulons pas, il faudra lutter contre l'insouciance, la routine et l'industrialisme de mauvais aloi. Quelle ne sera pas la sévérité du jugement que porteront nos arrière-neveux sur les municipalités qui, par exemple, frappent d'un droit de sortie ces infectes matières, sans autre résultat que de réduire leur pouvoir fertilisant, et de contaminer les milieux où se pressent les populations.

Les raisons que l'on allègue pour maintenir quand même les fosses à matières fécales dans les villes sont multiples. D'abord, les industries établies, savoir : celle

qui se pratique à toute heure au moyen d'appareils perfectionnés mais encore dangereux, et celle qui se pratique la nuit. Dans cette dernière surtout, l'exploitant de la gadoue devient une autorité. Ses employés, en franchissant le seuil des débits nocturnes de boissons, deviennent entre ses mains une puissance devant l'urne électorale, puissance qui s'ajoute à celle des capitaux mis en œuvre. Dans les grandes agglomérations où l'industrie des dépotoirs et l'évaporation des matières fécales est importante, grâce à l'abondance des matières premières et à l'accroissement de la demande des produits fabriqués, le rendement du capital dépensé est considérable.

Les promoteurs de cette industrie malpropre ont récolté d'abondants bénéfices, ce qui a permis la création de sociétés à capitaux énormes. Les titres se sont classés successivement entre les mains de la petite épargne, pour qui le placement est encore sûr et avantageux. Pour chaque détenteur de titres ayant voix au scrutin électoral, l'industrie de la gadoue est une poule aux œufs d'or. Dès lors comment espérer de ces détenteurs qu'ils mettent l'intérêt général au-dessus de leur intérêt privé, et imposent à l'autorité l'obligation de faire disparaître cette lucrative industrie? Faudra-t-il donc encore pendant de longues années voir enregistrer ces sinistres bulletins démographiques? Il y a là des responsabilités bien grandes pour tous ceux qui administrent la chose publique. Et le but est d'autant plus difficile à atteindre qu'il ne s'agit pas ici d'une commotion violente, d'un danger visible, qui effraie et met en garde; le mal guette dans l'ombre, le poison se distille goutte à goutte, jusqu'à ce qu'il frappe même les êtres les plus robustes, les plus vigoureux, les soutiens de familles, pour peu que leur organisme soit prédisposé à subir la pernicieuse influence des émanations toxiques répandues dans les habitations.

Le manque de construction des égouts et des éléments d'évacuation rationnelle des matières fécales provoque

dans les propriétés privées la création de puisards, c'est-à-dire l'établissement de cavités dans lesquelles se perdent les eaux ménagères, qui de là vont corrompre la nappe d'eau souterraine.

A ce propos, la Société royale de médecine publique de Belgique a émis récemment le vœu adressé à la législature de voir considérer comme un délit, une quasi-tentative d'homicide, la création de « puits perdus ».

Outre la routine et l'industrialisme dont nous venons de parler, beaucoup d'administrations objectent contre la suppression des fosses fécales la dépense considérable qu'entrainerait cette mesure d'assainissement. Rencontrons cette objection, examinons jusqu'à quel point elle est fondée.

Prenons pour cela trois villes importantes, situées sous des climats différents, et dans lesquelles les administrations publiques ont fait les dépenses nécessaires pour substituer le régime des égouts à celui des fosses. Mettons en regard de leur mortalité typhoïdale la même mortalité pour la ville de Paris, où l'on a conservé les fosses.

MORTALITÉ TYPHOÏDALE

Décès par 100 000 habitants.

Années	Dantzig 101 640 hab.	Francfort s. M. 118 390 hab.	Berlin 1 003 200 hab.	Paris 1 988 800 hab.
1871	99	76	"	"
1872	70	57	"	49
1873	40	63	"	49
1874	50	112	"	42
1875	32	43	95	53
1876	25	35	64	102
1877	18	16	69	58
1878	17	23	34	41
1879	7	28	59	51
1880	8	20	66	97
1881	10	11	30	95
1882	7	"	28	150

Pour les trois premières, la décroissance de la mortalité correspond à l'époque de l'exécution des grands travaux. Nous ne craignons point d'affirmer, et nous espérons être en mesure de le prouver dans un prochain article, que, si l'on ne considère, soit en temps d'épidémie, soit même en temps ordinaire, les décès causés par les maladies infectieuses, qu'au point de vue brutalement économique, en ne tenant pas compte des décès des chefs de familles aisées, des enfants et des vieillards, en ne comptant que les désastres matériels occasionnés par le décès des producteurs, des soutiens de famille dans la force de l'âge, on jugera qu'il vaut encore mieux payer l'intérêt et l'amortissement des capitaux exigés pour l'assainissement, même en faisant la part des abus inhérents aux grandes entreprises. Il suffit de compter les sommes économisées par l'assistance publique par suite de la suppression des fléaux, pour établir que les dépenses d'assainissement sont des dépenses essentiellement productives.

Beaucoup d'administrations de villes considèrent que ces frais de secours n'incombent qu'aux institutions de bienfaisance ; mais il y a là une fiction légale. Dans nos pays, les caisses communales et municipales ne doivent-elles pas combler les déficits éventuels dans les caisses des établissements charitables officiels ?

Est-il encore besoin de dire que nous faisons des vœux pour que les administrateurs de nos villes, tenant compte des faits acquis par la science, se hâtent de proscrire les fosses à matières fécales, ces foyers d'infection ?

Avant de poursuivre notre travail en exposant le résultat des observations faites dans les grandes villes où cette suppression a été effectuée, nous demanderons au lecteur la permission de le reposer un instant en transcrivant ici une curieuse page de Victor Hugo, où le poète a prévu les évolutions d'une des plus grandes questions économiques. Lorsqu'il l'écrivait, non

seulement les moyens d'exécution manquaient, mais les données statistiques et comparatives ne permettaient pas de prévoir les résultats constatés aujourd'hui.

LA TERRE APPAUVRIE PAR LA MER (1).

Paris jette par an vingt-cinq millions à l'eau. Et ceci sans métaphore. Comment, et de quelle façon ? jour et nuit. Dans quel but ? sans aucun but. Avec quelle pensée ? sans y penser. Pourquoi faire ? pour rien. Au moyen de quel organe ? au moyen de son intestin. Quel est son intestin? c'est son égout.

Vingt-cinq millions, c'est le plus modéré des chiffres approximatifs que donnent les évaluations de la science spéciale.

La science, après avoir longtemps tâtonné, sait aujourd'hui que le plus fécondant et le plus efficace des engrais, c'est l'engrais humain. Les Chinois, disons-le à notre honte, le savaient avant nous. Pas un paysan chinois, c'est Eckeberg qui le dit, ne va à la ville sans apporter, aux deux extrémités de son bambou, deux seaux pleins de ce que nous nommons immondices. Grâce à l'engrais humain, la terre en Chine est encore aussi jeune qu'au temps d'Abraham. Le froment chinois rend jusqu'à cent vingt fois la semence. Il n'est aucun guano comparable en fertilité au détritus d'une capitale. Une grande ville est le plus puissant des stercoraires. Employer la ville à fumer la plaine, ce serait une réussite certaine. Si notre or est fumier, en revanche notre fumier est or. Qne fait-on de cet or fumier ? on le balaye à l'abîme. On expédie à grands frais des convois de navires afin de récolter au pôle austral la fiente des pétrels et des pingouins, et l'incalculable élément d'opulence qu'on a sous la main, on l'envoie à la mer. Tout l'engrais humain et animal que le monde perd, rendu à la terre au lieu d'être jeté à l'eau, suffirait à nourrir le monde. Ces tas d'ordures du coin des bornes, ces tombereaux de boue cahotés la nuit dans les rues, ces affreux tonneaux de la voirie, ces fétides écoulements de fange souterraine que le pavé vous cache, savez-vous ce que c'est ? C'est de la prairie en fleur, c'est de l'herbe verte, c'est du serpolet et du thym et de la sauge, c'est du gibier, c'est du bétail, c'est le mugissement satisfait des grands bœufs le soir, c'est du foin parfumé, c'est du blé doré, c'est du pain sur votre table, c'est du sang

(1) *Les Misérables*, par Victor Hugo, 5e partie, liv. II.

chaud dans vos veines, c'est de la santé, c'est de la joie, c'est de la vie. Ainsi le veut cette création mystérieuse qui est la transformation sur la terre et la transfiguration dans le ciel.

Rendez cela au grand creuset ; votre abondance en sortira. La nutrition des plaines fait la nourriture des hommes.

Vous êtes maîtres de perdre cette richesse, et de me trouver ridicule par-dessus le marché. Ce sera là le chef-d'œuvre de votre ignorance.

La statistique a calculé que la France à elle seule fait tous les ans à l'Atlantique par la bouche de ses rivières un versement d'un demi-milliard. Notez ceci : avec ces cinq cents millions on payerait le quart des dépenses du budget. L'habileté de l'homme est telle qu'il aime mieux se débarrasser de ces cinq cents millions dans le ruisseau. C'est la substance même du peuple qu'emportent, ici goutte à goutte, là à flots, le misérable vomissement de nos égouts dans les fleuves et le gigantesque vomissement de nos fleuves dans l'Océan. Chaque hoquet de nos cloaques nous coûte mille francs. A cela deux résultats : la terre appauvrie et l'eau empestée. La faim sortant du sillon et la maladie sortant du fleuve.

Il est notoire, par exemple, qu'à cette heure la Tamise empoisonne Londres.

Pour ce qui est de Paris, on a dû, dans ces derniers temps, transporter la plupart des embouchures d'égouts en aval au-dessous du dernier pont.

Un double appareil tubulaire, pourvu de soupapes et d'écluses de chasse, aspirant et refoulant, un système de drainage élémentaire, simple comme le poumon de l'homme, et qui est déjà en pleine fonction dans plusieurs communes d'Angleterre, suffirait pour amener dans nos villes l'eau pure des champs et pour renvoyer dans nos champs l'eau riche des villes, et ce facile va-et-vient, le plus simple du monde, retiendrait chez nous les cinq cents millions jetés dehors. On pense à autre chose.

Le procédé actuel fait le mal en voulant faire le bien. L'intention est bonne, le résultat est triste. On croit expurger la ville, on étiole la population. Un égout est un malentendu. Quand partout le drainage, avec sa fonction double, restituant ce qu'il prend, aura remplacé l'égout, simple lavage appauvrissant, alors, ceci étant combiné avec les données d'une économie sociale nouvelle, le produit de la terre sera décuplé, et le problème de la misère sera singulièrement atténué. Ajoutez la suppression des parasitismes, il sera résolu.

En attendant, la richesse publique s'en va à la rivière, et le coulage a lieu. Coulage est le mot. L'Europe se ruine de la sorte par épuisement.

Quant à la France, nous venons de dire son chiffre. Or, Paris contenant le vingt-cinquième de la population française totale, et le guano parisien étant le plus riche de tous, on reste au-dessous de la vérité en évaluant à vingt-cinq millions la part de perte de Paris dans le demi-milliard que la France refuse annuellement. Ces vingt-cinq millions, employés en assistance et en jouissance, doubleraient la splendeur de Paris. La ville les dépense en cloaques. De sorte qu'on peut dire que la grande prodigalité de Paris, sa fête merveilleuse, sa folie Beaujon, son orgie, son ruissellement d'or à pleines mains, son faste, son luxe, sa magnificence, c'est son égout.

C'est de cette façon que, dans la cécité d'une mauvaise économie politique, on noie et on laisse aller à vau-l'eau et se perdre dans les gouffres le bien-être de tous. Il devrait y avoir des filets de Saint-Cloud pour la fortune publique.

Économiquement, le fait peut se résumer ainsi : Paris panier percé.

Paris, cette cité modèle, ce patron des capitales bien faites dont chaque peuple tâche d'avoir une copie, cette métropole de l'idéal, cette patrie auguste de l'initiative, de l'impulsion et de l'essai, ce centre et ce lien des esprits, cette ville nation, cette ruche de l'avenir, ce composé merveilleux de Babylone et de Corinthe, ferait, au point de vue que nous venons de signaler, hausser les épaules à un paysan du Fo-Kian.

Imitez Paris, vous vous ruinerez.

Au reste, particulièrement en ce gaspillage immémorial et insensé, Paris lui-même imite.

Ces surprenantes inepties ne sont pas nouvelles; ce n'est point là de la sottise jeune. Les anciens agissaient comme les modernes. “ Les cloaques de Rome, dit Liebig, ont absorbé tout le bien-être du paysan romain. „ Quand la campagne de Rome fut ruinée par l'égout romain, Rome épuisa l'Italie, et quand elle eut mis l'Italie dans son cloaque, elle y versa la Sicile, puis la Sardaigne, puis l'Afrique. L'égout de Rome a engouffré le monde. Ce cloaque offrait son engloutissement à la cité et à l'univers. *Urbi et orbi.* Ville éternelle, égout insondable.

Pour ces choses-là, comme pour d'autres, Rome donne l'exemple.

Cet exemple, Paris le suit, avec toute la bêtise propre aux villes d'esprit.

Pour les besoins de l'opération sur laquelle nous venons de nous expliquer, Paris a sous lui un autre Paris; un Paris d'égouts; lequel a ses rues, ses carrefours, ses places, ses impasses, ses artères, et sa circulation, qui est de la fange, avec la forme humaine de moins.

Car il ne faut rien flatter, pas même un grand peuple; là où il y a tout, il y a l'ignominie à côté de la sublimité; et, si Paris contient Athènes, la ville de lumière, Tyr, la ville de puissance, Sparte, la ville de vertu, Ninive, la ville de prodige, il contient aussi Lutèce, la ville de boue.

D'ailleurs le cachet de sa puissance est là aussi, et la titanique sentine de Paris réalise, parmi les monuments, cet idéal étrange réalisé dans l'humanité par quelques hommes tels que Machiavel, Bacon et Mirabeau : le grandiose abject.

Le sous-sol de Paris, si l'œil pouvait en pénétrer la surface, présenterait l'aspect d'un madrépore colossal. Une éponge n'a guère plus de pertuis et de couloirs que la motte de terre de six lieues de tour sur laquelle repose l'antique grande ville. Sans parler des catacombes, qui sont une cave à part, sans parler de l'inextricable treillis des conduits du gaz, sans compter le vaste système tubulaire de la distribution d'eau vive qui aboutit aux bornes-fontaines; les égouts à eux seuls font sous les deux rives un prodigieux réseau ténébreux; labyrinthe qui a pour fil sa pente.

Là apparaît dans la brume humide, le rat, qui semble le produit de l'accouchement de Paris.

Ce vigoureux coup de fouet du poète a porté ses fruits ; une partie du problème qu'il posait, pour ne pas dire la voie qu'il a tracée, a été résolue par l'admirable opiniâtreté du corps des ponts et chaussées de France, lequel, sous tous les régimes, a lutté avec une ardeur remarquable pour le triomphe de la science dans cette importante question.

Nous ne pouvons mieux faire que de laisser au docteur Bourneville le soin de décrire la situation actuelle; nous empruntons ces lignes à son rapport cité plus haut ; nous verrons ainsi ce que l'œuvre des Belgrand, Mille, Alphand et Durand-Claye a donné jusqu'ici.

« Le réseau des égouts parisiens est actuellement

d'environ 700 kilomètres. — Construit en grande partie par Belgrand ou d'après ses indications, il constitue une œuvre magistrale à laquelle ne saurait guère être comparé aucun travail similaire en Europe. Belgrand, constructeur émérite, a donné à toutes les parties du réseau parisien d'excellentes proportions qui allient l'économie de premier établissement avec la facilité d'entretien. Toutes les galeries sont facilement accessibles aux ouvriers; d'ingénieux moyens mécaniques, aussi simples qu'efficaces (wagons et bateaux-vannes, boule du siphon de l'Alma), permettent le curage économique et parfait; des réservoirs de chasse et des bouches retenant les sables viennent compléter le système. Des crédits suffisants sont, aujourd'hui, mis, chaque année, à la disposition des ingénieurs par le Conseil municipal. Votre Commission a reçu à ce sujet les éclaircissements les plus circonstanciés des représentants de la ville de Paris; ceux-ci ont ajouté que l'influence des crues de la Seine qui, autrefois, arrêtaient le mouvement des eaux en les faisant refluer par l'obstruction du débouché des collecteurs, n'était plus à craindre; l'usine de Clichy est outillée, dès aujourd'hui, pour relever au niveau des crues le cube que fournissent les collecteurs. Le *mouvement continu* des eaux d'égout est donc assuré dans l'ensemble du réseau parisien, et la stagnation, qui est fatalement accompagnée de la fermentation et de l'infection, est évitée. Ajoutons que toutes les maisons sont ou seront prochainement reliées aux égouts publics par des branchements particuliers, où trouvent place les conduites d'eau pure ou d'eau sale qui alimentent la maison ou sont alimentées par elle. Quels services rend ce réseau souterrain? Il absorbe l'eau de pluie qui donne par jour 80 000 à 100 000 mètres cubes sur l'ensemble de la surface de Paris. Il absorbe également les eaux des lavages publics et les eaux ménagères et industrielles (eaux de cuisine, de bains, de toilette). Il absorbe enfin une partie des matières

de vidange. On calcule que l'homme produit journellement 1 kil. 26 de matières, dont la majeure partie, 1 kil. 17, est liquide; les solides ne comptent que pour 0 kil. 09. Pour l'ensemble de la population parisienne, c'est un cube journalier de 2860 tonnes environ, dont 2655 liquides et 204 seulement solides. La matière azotée fermentescible, celle qui produit à la fois l'infection et qui renferme la valeur productive comme engrais, est presque entièrement contenue dans les liquides (26 797 kilog. d'azote par jour pour tout Paris, dont 23 777 dans les liquides et 3020 seulement dans les solides). »

A Berlin, « une série d'égouts de dimensions variables, *partant de simples conduites en poterie* et atteignant jusqu'à 2 mètres de hauteur sous clef, sont installés dans les diverses voies publiques ; ils reçoivent les eaux pluviales et ménagères, ainsi que la totalité des matières excrémentielles des maisons ; des bouches convenablement aménagées pour retenir les sables et les corps encombrants leur envoient en outre les eaux des ruisseaux et de la voie publique; ils communiquent librement avec l'atmosphère à l'aide de nombreux regards de ventilation. L'ensemble de la ville a été partagé en un certain nombre de bassins dits *radial Systems*, divergeant du centre de la ville, où coule la Sprée, vers la périphérie. Chacun de ces bassins a son usine élévatoire, où convergent les eaux du réseau correspondant. Les usines refoulent ces eaux vers les champs d'irrigation.

» La partie centrale de la ville, c'est-à-dire Berlin proprement dit, est divisée en cinq *radial Systems*, comprenant une superficie de 2608 hectares.

» Cette surface comprend 740 376 habitants et 13 485 maisons, d'après le recensement de 1875 ; on estime que la population pourra plus que doubler, et atteindre 1 700 000 habitants. Le nombre des *radial Systems* a été porté à douze, en étendant l'œuvre d'assainissement aux faubourgs. Les nouveaux bassins ont une superficie de 3211 hectares.

» La superficie totale des bassins desservis par la canalisation atteindra ainsi 5818 hectares, soit la presque totalité de la surface de Berlin et de ses faubourgs, estimée à 6258 hectares. La population actuelle totale de Berlin est d'environ 1 million d'habitants (1 089 931 logés dans 19 000 maisons).

» En 1884 :

» Nombre total d'immeubles rattachés à la canalisation : 12 235.

» Service des usines : On a dragué dans les égouts et conduites un cube de 5955 mètres cubes de matières solides diverses. La dépense d'exploitation des usines et accessoires s'est élevée à 522 584 marks, ou environ 653 430 francs, soit un peu plus de 2 centimes par mètre cube.

» Les travaux de canalisation sont à peu près terminés dans Berlin proprement dit, dans les deux faubourgs du sud de Berlin et dans l'un des faubourgs du nord.

» Dans les cinq *radial Systems* du centre de la ville, le service se fait dans d'excellentes conditions ; l'assainissement des maisons est assuré par la disparition des fosses fixes. Aucun inconvénient n'est signalé sur la voie publique ; la préfecture de police est intervenue à diverses reprises pour hâter l'œuvre de la municipalité. La population attend avec impatience la transformation dans les quartiers où elle n'est pas encore effectuée.

» La municipalité n'a pas à regretter d'être entrée nettement, sur l'avis si autorisé de l'éminent professeur Virchow, dans la voie où l'avaient précédée Londres et Bruxelles, c'est-à-dire d'avoir adopté l'envoi direct et total de toutes les déjections et eaux ménagères dans une canalisation largement aérée (1). »

Si nous ne craignions de nous répéter, nous pourrions donner de semblables détails sur les villes de Londres,

(1) *Annales industrielles*, mai 1885.

Leicester, Breslau, Dantzig, Francfort-sur-Mein, Cassel, Naples, Toulon, Vienne, Pesth, Odessa. Partout en Europe, dans ces dernières années, des efforts considérables ont été faits pour l'assainissement intérieur des villes au moyen de drainages et de canalisations pour l'eau potable. Aussi le spectacle immonde décrit par le poète tend à disparaître de plus en plus.

Si une solution pratique était trouvée pour l'utilisation agricole des eaux d'égout, la question humanitaire de la suppression des fosses à matières fécales aurait fait un grand pas. On aurait ainsi enlevé un argument suprême à ceux qui veulent les maintenir. De plus, dans les villes actuellement pourvues d'égouts, on aurait augmenté la richesse publique de toute la valeur de l'azote actuellement perdu. La proportion d'azote envoyée aux rivières et aux fleuves par les eaux ménagères, par les eaux de pluie et d'arrosage de la voie publique, est encore considérable. Elle constitue un élément important des gaspillages fustigés par le poète.

Pour les plus grandes villes comme pour les plus petites bourgades, on peut réaliser la restitution au sol de ces matières, aussi bien de celles qu'a dissoutes le liquide que de celles qu'il tient simplement en suspension.

On peut utiliser les eaux d'égout à la fertilisation des campagnes, ou bien affecter des terrains situés à l'extérieur des agglomérations à la simple épuration de ces eaux.

L'utilisation agricole constitue une opération essentiellement distincte, basée sur des données et des prescriptions différentes de la simple épuration par le sol. Chacune de ces opérations doit être conduite d'une manière différente en raison du but à atteindre.

Elles ont toutes deux subi des insuccès de diverses natures. Insuccès techniques, par exemple : c'est ainsi que l'on a dû arrêter les opérations parce que des terrains se sont trouvés saturés de matières organiques ; d'autres fois,

on a dû cesser parce que la végétation ne donnait pas les produits qu'on en attendait. Insuccès financiers, provenant le plus souvent de ce qu'au début des opérations on n'avait pas bien établi le montant des capitaux nécessaires pour débarrasser les villes de leurs résidus liquides, en n'appréciant pas à leur juste valeur les conséquences des éventualités, soit la hauteur, soit la distance à laquelle les liquides devaient être transportés.

Dans ces opérations, il faut, pour l'estimation des capitaux nécessaires, tenir compte de la proximité des terrains convenables à l'irrigation et du niveau auquel les liquides doivent être élevés. Dans l'appréciation du capital et surtout dans l'appréciation des interventions administratives, il convient d'établir que les villes doivent concourir à la constitution du capital dans une mesure convenable, en rapport avec le service d'assainissement que l'irrigation leur procure. Un écueil à signaler, c'est que les villes doivent éviter les réclamations des localités situées en aval sur les rivières dont elles pourraient corrompre les eaux, si ces localités ne procèdent pas à leur tour à l'irrigation.

Avant de montrer les résultats obtenus par l'irrigation, empruntons au rapport présenté au congrès international d'hygiène de 1878, par MM. Schloesing, Proust et Durand-Claye, un excellent exposé des principes techniques en matière d'irrigation, et des procédés d'épuration des eaux d'égout par la simple filtration :

Les procédés naturels consistent dans la filtration des eaux d'égout à travers un sol naturellement ou artificiellement perméable, avec utilisation agricole des éléments fertilisants par la végétation.

Le sol est incontestablement l'épurateur le plus parfait des eaux chargées de matières organiques. Cette propriété est enseignée par les faits naturels : les eaux de sources, le plus souvent si pures et si limpides, ne proviennent-elles pas d'eaux superficielles souillées par des matières végétales et animales ? Ces

eaux ont donc été purifiées par leur trajet dans l'intérieur du sol. Le témoignage fourni par les sources est confirmé par les résultats pratiques des irrigations à eau d'égout instituées en Angleterre; enfin, cet ensemble de preuves a été complété par l'analyse et l'expérimentation scientifiques. Aujourd'hui, personne ne peut contester l'évidence des faits ; mais on n'est pas encore d'accord, au moins en France, sur les conditions dans lesquelles cette admirable propriété de la terre doit être exploitée. La divergence des opinions provient simplement de la différence des points de vue sous lesquels on se place, et l'on discute sans profit, parce que les questions sont mal posées. Nous reviendrons bientôt sur ce point. Pour le moment, attachons-nous uniquement à acquérir des notions précises sur l'épuration des eaux par le sol : apprenons comment se produit cette épuration et quelles sont les conditions à remplir pour qu'elle atteigne toute sa perfection.

Lorsque les eaux impures, celles des égouts par exemple, sont versées sur un sol meuble, les matières insolubles sont d'abord arrêtées par la surface comme par un filtre : quelques particules, assez ténues pour franchir ce premier obstacle, sont bientôt fixées un peu plus bas. Tel est le premier effet produit ; c'est un simple filtrage mécanique. L'eau, débarrassée des matières insolubles, descend plus avant ; le sol s'en imbibe; chaque particule de terre s'enveloppe d'une couche liquide extrêmement mince ; ainsi divisée, l'eau présente à l'air confiné dans le sol une surface énorme ; alors s'opère le second effet de l'irrigation, la combustion de la matière organique dissoute dans l'eau d'égout. On dit que le feu purifie tout ; et, en effet, il n'y a pas de matière organique si impure, si malsaine, que le feu ne transforme, avec le concours de l'oxygène de l'air, en acide carbonique, eau et azote, composés minéraux absolument inoffensifs. Dans l'intérieur du sol se passe un phénomène du même ordre, non plus violent et visible comme le feu, mais lent, sans aucun signe extérieur ; ce n'en est pas moins une combustion qui réduit toute impureté organique en acide carbonique, eau et azote; il lui arrive même d'être plus parfaite que la combustion vive, et d'oxyder, de brûler l'azote, ce que le feu ne sait pas faire. L'azote est, en effet, beaucoup moins combustible que le carbone et l'hydrogène, c'est-à-dire qu'il se combine beaucoup plus difficilement que ces corps avec l'oxygène; c'est pourquoi la transformation de l'azote organique en acide nitrique est le signe d'une parfaite combustion dans le sol. Quant aux matières insolubles

retenues à la surface, elles n'échappent pas davantage à la combustion lente, surtout quand un labour les a incorporées dans le sol. Tout ce qui en reste est un sable extrêmement fin qui comptera désormais parmi les éléments minéraux de la terre.

Les expériences récentes dues à l'un de nous, M. Schlœsing, et à M. Müntz, ont jeté quelque jour sur cette propriété remarquable de la terre végétale de brûler les matières organiques des eaux d'égout et de nitrifier l'azote.

Les matières humiques, qui existent dans tous les sols sous des doses très variées, ne sont point indispensables pour la manifestation de cette propriété : en effet, quand on arrose régulièrement avec de l'eau d'égout du sable quartzeux calciné au rouge, c'est-à-dire dépouillé de toute trace de substance organique, on peut obtenir la combustion totale des impuretés et la nitrification complète de l'azote, si la dose journalière versée sur le sable est telle que le liquide mette huit jours à en parcourir l'épaisseur.

Mais la nitrification opérée dans ces conditions est arrêtée absolument lorsqu'on introduit dans le sable de la vapeur de chloroforme. Or, M. Müntz a démontré que cet anesthésique paralyse tous les organismes fonctionnant comme ferments : les levures, le mycoderma aceti, les vibrions des fermentations putrides, etc. Il devient donc extrêmement probable que la nitrification peut être corrélative de la vie d'organismes capables, comme le mycoderma aceti et autres dont M. Pasteur a si bien défini les fonctions, de transporter l'oxygène de l'air sur les matières les plus diverses.

L'eau d'égout est assez riche en matières organiques ou minérales pour nourrir les organismes chargés de l'épurer, sans le secours de la matière humide des sols ; c'est pourquoi le sable calciné peut remplacer la terre végétale pour épurer l'eau d'égout.

L'épuration par le sable ne s'établit pas dès le premier jour de l'irrigation. Les germes des organismes nitrificateurs ne se trouvant pas dans le milieu, il faut d'abord qu'ils y soient apportés et qu'ils s'y développent en quantité suffisante : ce n'est, d'ordinaire, qu'après quelques semaines que l'épuration se produit. Dans la terre végétale, elle commence immédiatement, parce que les organismes sont en pleine possession du terrain. Mais, à cette différence près, un sable convenablement accessible à l'air doit valoir la terre la plus riche en humus, au point de vue spécial à l'épuration.

Cette théorie n'exclut pas évidemment la possibilité de la nitrification par la combustion lente, opérée par l'oxygène, sous l'action des seules forces physiques ou chimiques, et sans l'intermédiaire de la vie. Mais, pour toute personne au courant des admirables travaux de M. Pasteur, la nitrification par les organismes paraîtra douée d'une activité bien plus grande que la nitrification par les agents chimiques.

Les terres plus ou moins arables, comprenant, par suite, une plus ou moins forte proportion d'humus, sont donc propres à épurer les eaux d'égout, en même temps qu'elles en utilisent les éléments; mais les terres les plus pauvres, les sables purs, assurent au bout d'un temps très court une épuration tout aussi parfaite, l'eau d'égout fournissant d'elle-même les organismes nitrificateurs que renferme à l'avance l'humus des terres arables.

Dans les documents sur l'irrigation par les eaux d'égout, on associe souvent le sol et les plantes comme agents épurateurs. Il y a là sans doute une confusion : le sol nu, sans végétation, suffit pour une purification parfaite; s'il lui fallait le concours des plantes, comment se ferait l'épuration pendant l'hiver, ou pendant l'été entre deux cultures consécutives? L'expression " épuration par les plantes „ emporte l'idée qu'elles absorbent, pour vivre, une partie des impuretés organiques des eaux. Or, rien n'autorise une hypothèse semblable. Il est parfaitement établi que les plantes vivent de composés minéraux : acide carbonique, eau, ammoniaque, acide nitrique, phosphates, etc. Elles organisent la matière minérale. Quant aux substances organiques contenues dans les eaux, elles sont généralement très peu diffusibles à travers les membranes qui revêtent les organes d'absorption des racines, et il est rationnel de penser que leur rôle, comme aliments directs, est très réduit; les plantes ne les absorbent pas en quantité notable; elles concourent cependant à l'épuration, mais d'une autre manière; par l'évaporation, elles dépensent une partie de l'eau versée sur le sol, et servent ainsi à l'évacuation des liquides. Elles laissent dans le sol et à sa surface des restes de leur végétation qui serviront à entretenir, à augmenter la provision de terreau. Elles consomment enfin une partie de l'ammoniaque ou de l'acide nitrique qui en dérive, et en déchargent d'autant les eaux épurées. Il est presque superflu de faire observer que la culture est ici envisagée exclusivement au point de vue de l'épuration : il ne s'agit pas encore de l'utilisation des eaux d'égout.

Pour discerner ces conditions, il suffit de considérer le mécanisme de l'épuration : on y voit deux mouvements, celui de l'eau, celui de l'air. Le mouvement de l'eau se décompose en trois temps : la distribution des eaux impures à la surface, la filtration à travers le sol épurateur, l'évacuation des eaux épurées, c'est-à-dire l'arrivée, le travail, le départ. Le mouvement de l'air consiste en échanges entre le sol et l'atmosphère ayant pour effet de renouveler constamment la provision d'oxygène dans le sol à mesure qu'elle est consommée par la combustion des impuretés de l'eau.

Il y a des dépendances évidentes entre ces divers mouvements et le pouvoir épurateur du sol : l'aération et la circulation de l'eau sont comme des pourvoyeurs de l'épuration, lui apportant, l'un le gaz comburant, l'autre la matière combustible, dans les proportions voulues. Or, le pouvoir épurateur du sol, ou, en d'autres termes, la quantité d'impuretés qu'il peut brûler dans un temps donné, lui appartient en propre; on ne le change pas : on le prend tel qu'il est. Mais il est possible de le mesurer, et, par conséquent, de régler l'apport des impuretés qu'il doit consumer, comme on règle l'apport du bois dans un foyer, quand on sait combien celui-ci en peut brûler. Sans être maître de l'aération, on peut beaucoup sur elle ; on la favorise en ameublissant le sol par des labours profonds; on l'excite par le drainage; on peut lui nuire aussi par l'excès de l'irrigation. Quant à sa mesure, on ne la connaît pas; on n'a aucune idée des quantités d'air qui circulent entre la terre et l'atmosphère. Enfin, les mouvements de l'eau sont entièrement à la disposition de l'homme : il en règle la distribution, et même l'évacuation avec une complète liberté.

On voit, d'après ces courtes observations, que les conditions de bonne épuration dont l'homme peut disposer se rapportent à l'aération du sol et aux mouvements des eaux.

Lorsque le sol a reçu les préparations mécaniques destinées à faciliter la circulation de l'air, on n'a plus d'action sur l'aération, si ce n'est par les apports d'eau. Les conditions qui la concernent rentrent donc parmi celles qui doivent régler les mouvements de l'eau.

L'épuration est un phénomène de combustion lente, continue; la circulation de l'air est un fait mécanique, également continu. La perfection, dans les mouvements de l'eau, consisterait donc à les rendre continus à leur tour. Mais cela n'est pas possible; l'irrigation est nécessairement intermittente; la filtration et l'évacuation le deviennent après elle. Cette intermittence, quand

elle est convenablement réglée, ne nuit pas à la continuité de l'opération principale; mais il est évident que les variations de la distribution dans le temps et dans la quantité doivent être comprises entre certaines limites, en dehors desquelles l'épuration est compromise. Il faut bien fixer les idées sur ce point et, pour cela, étudier de plus près le mouvement de l'eau dans un sol filtrant.

Un long tube vertical de 10 centimètres de large, par exemple, sur 1 mètre de long, est rempli de terre meuble : on y verse de l'eau de manière à mouiller plus qu'il ne faut toute la terre, et on laisse bien égoutter. Puis on verse de nouveau dans le tube une petite quantité d'eau. Que devient-elle? Va-t-elle parcourir toute la longueur du tube, cherchant à se loger quelque part, trouvant toutes les places prises, et finissant par s'écouler par le bout opposé? Non, elle prendra simplement la place d'un volume d'eau égal logé dans le haut du tube; celui-ci va descendre et déloger à son tour un égal volume qui demeurait au-dessous de lui, et ainsi de suite. C'est ce qu'on appelle en chimie un déplacement. On en aura une image fidèle en supposant qu'un tube est exactement rempli de disques égaux et qu'on en veut introduire un nouveau par un bout; il faut repousser tous les disques d'une quantité égale à l'épaisseur de l'un d'eux, ce qui fait sortir du tube le disque placé à l'autre extrémité. Ainsi procède la filtration de l'eau dans l'irrigation intermittente. L'eau d'un arrosage déplace celle du précédent, et l'on peut concevoir l'intérieur du sol épurateur comme divisé en couches horizontales dont chacune est occupée par l'eau d'un arrosage antérieur. Assurément les choses ne se passent pas en pratique avec la précision d'une expérience de laboratoire; ainsi, l'eau versée dans une rigole rayonne en divers sens comme autour d'un axe et ne s'enfonce pas partout verticalement ; mais la répétition des mêmes manœuvres emporte la répétition des mêmes effets; l'eau prend les mêmes chemins, et le déplacement régulier doit se produire plus exactement qu'on ne serait tenté de le croire à première vue. Ainsi, l'eau versée par intermittence à la surface d'un sol filtrant s'y enfonce méthodiquement, par relais successifs, et c'est pendant qu'elle en parcourt l'épaisseur que s'opère la combustion de ses impuretés. Or, cette combustion, on l'a déjà dit, n'est pas instantanée; elle est, au contraire, lente et continue; voici donc deux intervalles de temps qui commencent ensemble : le temps employé par l'eau à faire son trajet, le temps employé par le sol à faire l'épuration de cette eau. N'est-il pas

évident que, si le temps du trajet de l'eau est plus court que celui de l'épuration, l'eau sortira du sol sans être entièrement épurée, et que, au contraire, si le temps du trajet égale ou dépasse le temps réclamé par l'épuration, la combustion des impuretés sera complète et l'eau parfaitement épurée?

On voit clairement apparaître la condition essentielle que doit remplir la circulation de l'eau pour que l'épuration soit complète ; il faut qu'elle soit réglée de telle sorte que l'eau demeure toujours dans l'intérieur du sol au moins le temps voulu pour une complète épuration. Or, quand on connaît ce temps (et l'on verra bientôt comme on arrive à le déterminer par l'expérience directe), la réglementation de la distribution est indiquée par un calcul fort simple dont voici un exemple :

On a reconnu, par expérience, qu'un sol caillouteux, comme celui de Gennevilliers, retient, après avoir été saturé d'eau et bien égoutté, 150 litres d'eau par mètre cube.

On admet que le sol filtrant a deux mètres de profondeur ; après avoir parcouru cette épaisseur du sol, l'eau est évacuée.

On sait, d'autre part, que le temps nécessaire pour une épuration complète dans le sol en question est de vingt jours.

Sur ces données on va raisonner de la manière suivante :

Si 1 mètre cube retient 150 litres d'eau,

2 mètres cubes en retiennent 300;

Donc, dans notre terrain, à chaque mètre superficiel correspond un volume d'eau, suspendu dans l'intérieur du sol, de 300 litres.

L'eau doit mettre au moins vingt jours pour descendre de la surface à une profondeur de 2 mètres ; mais le volume d'eau descendu dans ces conditions est justement de 300 litres.

Donc, le maximum de la distribution d'eau est de 300 litres en vingt jours pour 1 mètre superficiel,

Ou 150 litres tous les dix jours,

Ou 105 litres toutes les semaines,

Ou 75 litres tous les cinq jours,

Ou 30 litres tous les deux jours,

Ou 15 litres par jour.

Il faudrait bien se garder de donner en une fois, tous les vingt jours, 300 litres par mètre superficiel, ou même 150 litres tous les dix jours : le déplacement méthodique des eaux dans le sol se fait mal quand il est trop brusque, et, si l'on opérait par grandes quantités données à des intervalles de temps éloignés, une partie de l'eau impure descendrait tout droit jusqu'en bas

du filtre et s'échapperait sans être épurée. Plus les arrosages sont fréquents et, par suite, faits sous de petites doses, mieux s'opère la descente régulière de l'eau, par déplacement, dans toute l'épaisseur du filtre. C'est pourquoi M. Frankland a recommandé des arrosages journaliers ; sans aller jusqu'à ce degré de régularité difficilement conciliable avec la culture du sol, on doit néanmoins s'astreindre à ne jamais compromettre l'épuration par un arrosage trop abondant. On peut laisser chômer le pouvoir épurateur du sol en suspendant ou diminuant les arrosages dans l'intérêt des cultures ; mais il ne faut jamais essayer de réparer le temps perdu en donnant au sol plus qu'il ne peut épurer.

Il est d'ailleurs impossible de fixer d'une manière générale par des chiffres constants la dose des arrosages, ou l'intervalle de temps entre chacun d'eux ; il y a trop de variabilité dans les éléments qui déterminent ces chiffres, c'est-à-dire dans le pouvoir épurateur du sol, dans son épaisseur, dans la quantité d'eau qu'il retient par capillarité. Dans chaque cas particulier, il faut un calcul semblable à celui dont on vient de présenter un exemple, et fondé sur des données expérimentales propres au terrain.

Il y a des terres, comme celles du pays de Caux, qui sont placées sur des sols filtrants très élevés au-dessus des eaux souterraines ; toute précaution prise dans ces terres, en vue de l'évacuation des eaux, serait superflue ; mais, le plus souvent, surtout quand la distribution atteint une certaine importance, il est indispensable d'ouvrir un chemin aux eaux épurées. C'est au drainage qu'on a recours : son établissement est évidemment nécessaire dans les terrains compacts reposant sous des sous-sols peu perméables ; comme il y en a beaucoup en Angleterre. Sans lui, l'eau s'accumulerait dans le sol et remplirait les interstices réservés à l'air ; dès lors seraient supprimées à la fois l'aération, la combustion des matières organiques, et par suite l'épuration ; la putréfaction s'emparerait du terrain. La nécessité de drainer s'impose encore dans les cas où l'on pourrait s'en croire exempté, par exemple lorsqu'un terrain graveleux, essentiellement filtrant, est placé sur un fond imperméable ; les eaux d'infiltration rassemblées sur ce fond s'écoulent selon sa pente en filtrant à travers les matériaux du sol ; or, si l'inclinaison est faible, si la distance à parcourir est considérable, si la distribution à la surface est faite avec l'abondance que la nature du terrain semble autoriser, il se forme une nappe souterraine qui

augmente d'épaisseur jusqu'à ce qu'elle ait pris une pente suffisante pour son écoulement. La hauteur du sol épurateur peut être ainsi diminuée et devenir trop faible pour assurer l'épuration complète.

Dans ce cas, le drainage doit comprendre essentiellement un certain nombre de tuyaux évacuateurs avec des branches collectrices perméables, nécessaires pour maintenir aux nappes souterraines leur niveau normal.

En résumé, entretenir le plus possible l'aération du sol; distribuer l'eau régulièrement, c'est-à-dire en même quantité et à des intervalles de temps égaux, de manière que sa descente à travers le sol dure au moins le temps voulu pour son épuration; prendre, quand cela est nécessaire, des dispositions pour l'évacuation de l'eau, afin de ne jamais l'accumuler dans le sol : telles sont les conditions d'une bonne épuration.

Ce pouvoir doit être toujours déterminé par une expérience directe. C'est au docteur Frankland qu'on doit la méthode usitée en pareil cas.

Un tube vertical de 25 à 30 centimètres de diamètre sur 2 mètres de long, et dont l'extrémité inférieure s'appuie sur du gravier contenu dans un bassin, est rempli avec la terre dont il s'agit de reconnaître le pouvoir. Chaque jour, on verse sur la terre un volume connu et constant d'eau d'égout, et on continue le même régime pendant plusieurs semaines; puis on passe à une dose journalière d'eau d'égout plus élevée et on la maintient encore pendant plusieurs semaines; et ainsi de suite, en augmentant toujours la dose, jusqu'à ce que l'analyse des liquides filtrés annonce qu'on a atteint la dose maxima à partir de laquelle l'épuration est imparfaite. La capacité du tube étant d'ailleurs connue, on calcule sans peine la dose correspondant à un mètre cube de terre. M. Frankland a montré ainsi que :

1 mètre de sable épure par jour 25 et même 33 litres d'eau d'égout de Londres;

1 mètre de sable mêlé de craie épure par jour 25 et même 33 litres d'eau d'égout de Londres.

Des terres sableuses, argileuses, tourbeuses, lui ont fourni des résultats égaux ou supérieurs. Dans des essais de ce genre, il importe que la terre mise en expérience représente fidèlement le sol dont il s'agit de mesurer le pouvoir épurateur. Or, le plus souvent, ce sol n'est pas homogène, il se compose de plusieurs couches de composition différente. Il faut que chacune de ces couches occupe sa place dans l'appareil, comme si l'on avait

découpé dans toute l'épaisseur du sol un cylindre de terre vertical et qu'on l'eût transporté dans un tube.

Quand l'expérience a appris combien de litres d'eau peuvent être épurés par 1 mètre cube de terre, on en déduit sans peine les données qu'il importe de posséder, savoir : la quantité d'eau qu'un hectare peut recevoir par jour ou par an, et le temps pendant lequel l'eau demeure suspendue dans le sol, c'est-à-dire le temps nécessaire pour l'épuration.

Par exemple, 1 mètre cube de sable épure par jour, dans les expériences de M. Frankland, 25 litres d'eau d'égout de Londres.

Donc, dans un sol pareil, ayant 2 mètres d'épaisseur, chaque mètre superficiel pourra recevoir 50 litres d'eau par jour, soit, pour un hectare, 500 mètres cubes par jour et 180 000 mètres cubes par an.

D'autre part, soit 150 litres la quantité d'eau qu'un mètre cube du sol égoutté peut retenir (ce nombre est facile à déterminer expérimentalement, en pesant le tube plein de terre sèche avant l'introduction de l'eau et le repesant de nouveau après mouillage et égouttage).

Puisque 1 mètre épure par jour 25 litres,

Et qu'il en retient suspendus 150,

L'eau y demeure $\frac{150}{25} = 6$ jours.

Tel est le temps strictement suffisant pour l'épuration, dans le cas présent.

Autre exemple :

Les ingénieurs de la ville de Paris ont fait passer journellement 10 litres d'eau d'égout sur 1280 litres de terre de Gennevilliers formant dans une caisse un prisme de 2 mètres de haut sur $0^m,80$ de large. — L'épuration a été complète.

Ces 10 litres par jour donnés à 1280 litres de terre représentent :

7,81 litres par jour donnés à 1 mètre cube.

Soit 15,6 litres à chaque mètre superficiel d'un sol pareil ayant 2 mètres de profondeur. — Soit 156 mètres cubes par jour à 1 hectare. — Soit 57 000 mètres cubes par an à 1 hectare.

Quel est le temps employé par l'eau à parcourir les 2 mètres de hauteur du sol ?

A 1 mètre superficiel correspondent 2 mètres de terre retenant 300 litres et chaque mètre superficiel reçoit par jour 15,6 litres.

Temps : 300/15, 6 ou 19 jours.

Les ingénieurs de la Ville n'ont pas essayé des doses supé-

rieures à 10 litres pour déterminer, selon la méthode de M. Frankland, la dose limite au delà de laquelle l'épuration ne serait plus complète. Il en résulte que la dose annuelle de 57 000 mètres cubes par hectare ne peut être envisagée comme une dose maxima pour la terre de Gennevilliers : par la même raison, les 19 jours trouvés par le calcul ci-dessus ne sont pas un temps minimum de séjour de l'eau dans le sol.

La détermination du pouvoir épurateur d'un sol par le procédé de M. Frankland a permis à des praticiens anglais de calculer, en plusieurs occasions, la surface qu'ils devaient consacrer à l'épuration d'un volume d'eau d'égout produit journellement par une ville Quand on transporte ainsi dans la pratique un résultat acquis dans le laboratoire, il faut toujours se rappeler que l'application en grand ne saurait réaliser les conditions de régularité dans les intermittences des arrosages et dans les doses, qu'il est facile d'observer dans l'expérience en petit. Les doses maxima déterminées dans le laboratoire doivent donc subir une réduction ; néanmoins, même en faisant une part très large aux imperfections inévitables de la pratique, c'est-à-dire en forçant l'étendue du terrain destiné à l'épuration, on est arrivé, en Angleterre, à faire épurer sur des surfaces limitées des quantités considérables d'eau d'égout, s'élevant jusqu'à 200 000 mètres cubes par an et par hectare.

L'application la plus connue du procédé d'épuration par filtrage à travers le sol est celle qui a été faite par M. Bailey-Denton, à Merthyr-Tydfil, en 1870, et dont les résultats ont été vérifiés par MM. Frankland et Morton. L'irrigation est pratiquée à raison de 180 à 240 000 mètres cubes par hectare et par an ; le sol filtrant a une profondeur de 2 mètres ; c'est une argile placée sur du gros gravier ; l'épuration est aussi complète qu'on peut le désirer. Sans doute la dose maxima qu'un sol peut épurer varie selon sa composition et sa richesse en terreau ; celui de Merthyr-Tydfil est probablement l'un des plus favorisés sous ce rapport. Il n'en est pas moins constant qu'en Angleterre, quand il s'est agi simplement d'épurer les eaux d'égout par filtration à travers le sol, la dose annuelle a été comprise entre 80 et 200 000 mètres cubes par hectare, le sol ayant une épaisseur de $1^{m},80$ à 2 mètres.

Les expériences, faites d'après la méthode Frankland à l'usine de Clichy, montrent qu'un hectare du sol de Gennevilliers ou des terrains analogues qui se trouvent dans les diverses boucles de la Seine peut épurer complètement 57 000 mètres cubes

d'eau ; mais ce chiffre n'est point une limite supérieure. D'autre part, les expériences de M. Frankland assignent même aux sols graveleux un pouvoir épurateur beaucoup plus élevé. Aussi la commission d'enquête de 1876 a-t-elle nettement admis que le sol de Gennevilliers et les terrains analogues, pris sous une épaisseur utile de 2 mètres, pouvaient épurer 50 000 mètres cubes d'eau des égouts de Paris par hectare et par an, pourvu bien entendu, que toutes les conditions d'intermittences rapprochées et régulières et d'évacuation des eaux soient remplies.

La pratique est venue confirmer cette opinion : les eaux d'égout, livrées aux cultivateurs dans la plaine de Gennevilliers depuis six années consécutives à la dose et aux époques qui leur convenaient, ont été employées jusqu'ici par eux, d'après le jeu de leur seul intérêt privé, à une dose moyenne supérieure à 45 000 mètres cubes ; dans ces conditions, qui sont presque identiquement les conditions théoriques de l'épuration, le sol a-t-il conservé ses propriétés de perméabilité et d'épuration? La superficie s'est-elle encrassée par le dépôt des matières solides? La nitrification s'est-elle opérée d'une manière continue et la nappe souterraine a-t-elle échappé à toute altération provenant de l'introduction de matières organiques non oxydées ? Sur le premier point la commission d'enquête de 1876 a cherché une preuve directe en examinant comparativement des sols de Gennevilliers irrigués et non irrigués. Deux tranchées ont été creusées dans le limon de la Seine, l'une dans le jardin de la Ville, irrigué depuis sept ans, l'autre dans un champ voisin qui n'a jamais reçu d'eau d'égout ; deux autres tranchées ont été creusées dans le terrain graveleux de la plaine, dans des sols irrigués et non irrigués. Les deux premières ont été poussées jusqu'à 2 mètres de profondeur ; les deux dernières n'ont pu descendre au delà de $1^{m},50$; à cette profondeur, on a trouvé l'eau. Dans chaque tranchée, on a pris des échantillons du sol à la surface, puis de 50 en 50 centimètres en descendant. On n'a observé aucune différence apparente, si ce n'est dans l'état d'humidité, entre les deux tranchées du terrain limoneux et les deux du terrain graveleux. L'analyse des échantillons recueillis a eu pour objet la détermination du carbone et de l'azote, corps qui donnent la mesure de la quantité et de la qualité de la matière organique contenue dans le sol. Elle a fourni les résultats suivants :

	TERRAIN LIMONEUX				TERRAIN GRAVELEUX			
	IRRIGUÉ.		NON IRRIGUÉ.		IRRIGUÉ.		NON IRRIGUÉ.	
	Carbone.	Azote.	Carbone.	Azote.	Carbone.	Azote.	Carbone.	Azote
Surface	2,2	0,23	1,90	0,19	1,63	0,15	1,25	0,10
A 0^m,50 de profondeur	0,83	0,11	0,57	0,07	0,32	0,035	0.16	0,027
A 1^m,00 —	0,61	0,10	»	0,06	»	»	»	»
A 1^m,50 —	»	»	»	»	0,04	0,006	0,022	0,004

On sait que les terres fertiles contiennent, dans la couche arable, des quantités de terreau assez variables, comprises entre 2 et 4 p. c.; à l'analyse, elles donnent de 1 à 2 p. c. de carbone et de 1,5 à 2,5 p. c. d'azote. Ces proportions de carbone et d'azote décroissent dans le sous-sol, à mesure qu'il descend au-dessous de la surface. Les terres de Gennevilliers sont, à cet égard, dans le cas ordinaire : la couche arable de limon est riche en terreau, comme on pouvait s'y attendre; mais la matière organique diminue rapidement quand la profondeur du sous-sol augmente; à 1 mètre elle est réduite à un tiers. Le limon irrigué est sensiblement plus riche que le non irrigué, résultat qui pouvait encore être prévu ; ce n'est pas que l'eau d'égout abandonne des résidus organiques qui s'accumulent dans le sous-sol; mais la terre fertilisée, qui produit beaucoup, garde des résidus de récoltes, tiges, feuilles mortes, racines, qui augmentent sa dose de matière organique. Les mêmes observations s'appliquent au terrain graveleux, irrigué ou non irrigué, avec cette différence que la proportion de terreau y est moindre que dans le limon.

Quant à l'obstruction du sol par les matières organiques des eaux d'égout, l'analyse est fort rassurante : dans les sous-sols irrigués, la matière humique est, en définitive, en très faible quantité. On ne voit pas pourquoi, d'ailleurs, les matières solubles des eaux d'égout déposeraient des résidus encombrants dans le sous-sol, quand aucun engrais organique, soluble ou solubilisé en partie par la décomposition, ne produit un semblable effet. Il n'y a pas d'exemple d'une terre arable perméable, rendue imperméable par de copieuses fumures, parce que l'oxydation des débris organiques se proportionne dans le sol à leur abondance, et qu'il se fait un équilibre entre la quantité enfouie annuellement et l'intensité de la combustion; si fortes que soient les doses de fumier, la consommation finit par égaler l'apport, la sortie devient égale à l'entrée; c'est ce qu'on observe dans les terres de jardin. Mais cet équilibre suppose que l'air a dans le

sol un accès suffisant; sinon l'obstruction par la matière organique peut survenir; on en trouve un bien remarquable exemple dans le département des Landes : le terrain y est essentiellement poreux, mais souvent noyé, et, par conséquent, privé d'air; l'oxydation de l'humus est alors arrêtée. La matière organique brune, provenant de l'oxydation des végétaux, demeure dans le sable, s'y accumule et finit par le cimenter; c'est ainsi qu'on explique la formation de l'alios, banc imperméable bien connu, constitué simplement par du sable et de la matière humique.

Rien de tel n'est à craindre dans un terrain poreux, quand l'évacuation des eaux est assurée naturellement ou par un drainage artificiel. Les expériences de MM. Lawes et Gilbert sur la fertilisation des terres par l'eau d'égout montrent, au contraire, que les irrigations ne modifient guère le degré de richesse du sol ; il en est de même du nitrate de soude, du sulfate d'ammoniaque, etc. L'engrais agit vite ; mais, quand son action est épuisée, il n'en reste rien : de même, les principes des eaux d'égout ont sur la végétation une action immédiate; mais, quand l'irrigation est suspendue, la terre reprend son état primitif. Bien entendu, il n'est ici question que des matières organiques solubles, et non des matières solides charriées par les eaux d'égout, qui, par le colmatage, peuvent transformer lentement la couche arable d'un sol.

Pour l'*eau de la nappe*, la commission de 1874 a également opéré par expérimentation directe.

La commission a fait tirer devant elle l'eau de puits établis au milieu des terrains irrigués ; cette eau était parfaitement limpide, sans saveur spéciale, identique, comme aspect et comme goût, aux eaux sulfatées de la nappe souterraine qui alimente les puits de toute la plaine comprise entre Rueil, Courbevoie et la Seine. Elle a fait des constatations identiques sur l'eau sortie d'un drain établi dans une portion du jardin d'essai de la ville de Paris et débouchant en Seine. Ces eaux, soumises à l'analyse chimique, ont été reconnues comme parfaitement pures de matières fermentescibles; on a trouvé, en effet :

	Azote organique en grammes par mètre cube.	Azote total au mètre cube.
Eau du puits du jardin de la Ville.	0,10	0,30
Eau du drain du jardin de la Ville.	Traces insensibles	0,35

Ces eaux sont plus pures que celles de la Seine en amont

des collecteurs, lesquelles renferment 85 centigrammes d'azote organique et 1 g., 5 d'azote total ; elles sont même supérieures à leurs similaires extraites de puits situés dans la même nappe, mais en dehors du périmètre irrigué, dans des terrains naturellement moins perméables et moins propres à l'oxydation ; elles sont assimilables, pour la pureté chimique, aux eaux des sources d'Arcueil. C'est ce que montrent les chiffres suivants, correspondants à des puits voisins des stations de Courbevoie et de Colombes et à un échantillon d'eau d'Arcueil :

	Azote organique.	Azote total.
Puits de Courbevoie	0,23	0,77
Puits de Colombes	0,23	0,83
Eau d'Arcueil	0,05	0,43

L'eau sortant du drain présente même une aération satisfaisante supérieure à celle de la Seine en amont des collecteurs : 6 centimètres cubes à 6,5 par litre. Dans les puits, là où la nappe n'est pas mise artificiellement en mouvement, la dose d'oxygène est moindre : 2 centimètres cubes à 3 centimètres cubes ; c'est le phénomène que présentent les nappes soit dans les environs (puits d'Asnières, 3^{cc} ; puits de Clichy, 1^{cc} à 4^{cc},6), soit du côté de Saint-Denis (2^{cc},40, puits de Gonesse ; 3^{c}, Aubervilliers, etc.).

Ainsi la pratique et la théorie confirment l'admirable propriété épuratrice du sol même pour de fortes doses atteignant ou dépassant 50 000 mètres cubes à l'hectare. Les beaux travaux du Dr Frankland que nous avons déjà cités, mais dont l'analyse complète nous entraînerait trop loin, donnent des preuves nombreuses de ce fait capital; le Dr Frankland résume les résultats de ces recherches par les chiffres suivants :

Substances transformées ou éliminées par la filtration intermittente à travers le sol (expérience de laboratoire).

Carbone organique dissous.	73 p. c.
Azote organique dissous.	88 p. c.
Matières organiques suspendues . . .	100 p. c.

La pratique continue de Merthyr-Tydfil a permis de vérifier pratiquement les conclusions expérimentales ; le Dr Frankland a, en effet, trouvé les résultats suivants pour la filtration inter-

mittente, pratiquée à Merthyr-Tydfil aux hautes doses que nous avons indiquées plus haut (au mètre cube) :

Matières en dissolution. —	Eau avant la filtration.	Eau après la filtration.
	k.	k.
Carbone organique	0,021	0,003
Carbone inorganique	0,009	0,0005
Ammoniaque.	0,031	0,0005
Azote sous forme d'azotates ou azotites.	0,0002	0,003
Total de l'azote combiné	0,034	0,003
Chlore.	0,060	0,028
Total des matières dissoutes .	0,156	0,038
Matières en suspension.		
Minérales.	0,073	Traces.
Organiques	0,083	Id.
Total.	0,156	

De ces considérations résulte une conséquence considérable pour les municipalités qui doivent chercher à assainir les rivières que leurs eaux d'égout infectent. C'est qu'au point de vue unique de l'*épuration*, les surfaces de terrain nécessaires n'ont pas besoin d'étendues immenses qui rendraient le système impraticable dans le commencement des opérations. A la dose de 50 000 mètres cubes, 2000 hectares peuvent suffire aux 100 000 000 mètres cubes d'eau d'égout de Paris ; 3000 à 4000 suffiraient au sewage de Londres.

L'épuration sur une surface réduite est donc nécessaire et suffisante au point de vue de la salubrité, elle répond aux besoins d'assainissement les plus urgents et suffit pour que le devoir des municipalités soit rempli ; c'est un point qu'il convient de bien spécifier ici. Mais, au point de vue purement agricole, on peut aller plus loin, et ceci devient le rôle non plus des municipalités, qui n'ont pas un devoir philosophique de restitution à remplir, mais bien des intéressés, c'est-à-dire des agriculteurs libres.

Cette distinction est fondamentale ; nous ne saurions trop y insister. Nous l'avons vu, on ne peut extraire pratiquement et

économiquement les principes fertilisants contenus dans les eaux d'égout : livrer ces principes à l'agriculture, c'est lui livrer les eaux, c'est faire de l'irrigation. Ainsi, pour utiliser les eaux d'égout, il faut irriguer, et pour les épurer, il faut irriguer encore. Les deux questions d'épuration et d'utilisation semblent devoir être résolues par les mêmes procédés. Toutefois, leurs solutions diffèrent en un point essentiel : c'est que l'utilisation pour être complète exige des surfaces notablement plus considérables. En général, on ne tient pas un compte suffisant de cette différence pourtant bien grande ; on saisit mieux ce qu'il y a de commun entre les deux questions ; on en vient à les confondre, et finalement on applique à l'une des données pratiques qui appartiennent à l'autre. Et cependant, pour éviter cette confusion, il suffit de montrer par quelques exemples combien elles diffèrent. Ainsi, supposons que l'on veuille appliquer en totalité les eaux des égouts de Paris à la grande culture, ce qui ne saurait avoir lieu d'une manière absolue vu le voisinage des halles et la facilité d'écouler avantageusement des produits maraîchers en quantité considérable ; supposons également que nous fassions abstraction des pertes nombreuses qui se produisent forcément par les rigoles et par l'imbibition des parties où ne pénètrent pas les radicelles des plantes, et qu'on cherche la surface nécessaire pour utiliser d'une manière complète les éléments fertilisants des eaux des égouts de Paris.

Les deux collecteurs rejettent en Seine, chaque année, 5 400 000 kilogrammes d'azote, représentant une valeur de 13 à 14 millions. Laissant de côté la potasse et les phosphates pour ne considérer que l'azote, on calcule que ces 5 400 000 kilogr. d'azote équivalent à 1200 millions de kilogrammes de fumier de ferme au titre de 0,0045 d'azote. et représentent la fumure de 40 000 hectares à raison de 300 000 kilogrammes par hectare et par an, ce qui dépasse beaucoup la moyenne des fumures en France. Il faudrait au moins 60 000 hectares, le jour où les égouts emporteraient à l'état vert, c'est-à-dire avant la fermentation en fosse qui les rend si infectes, toutes les déjections de Paris. Quelle est, d'autre part, la superficie nécessaire pour épurer les eaux d'égout de Paris ? Leur volume annuel est de 100 millions de mètres cubes. Si un hectare épure 50 000 mètres cubes, il en faudra 2000. Qu'on réduise le volume épuré par un hectare à 37 000, à 25 000 mètres cubes, il faudra 3000 ou 4000 hectares.

On voit clairement la différence énorme entre les superficies nécessaires pour l'une et l'autre opération.

Elles se distinguent encore sous d'autres rapports.

L'épuration sur une surface restreinte asservit à des conditions de distribution, de drainage, qu'il est assez malaisé de bien remplir. L'utilisation sur de larges surfaces en est presque exempte ; en effet, on peut avec elle choisir le temps et la dose des arrosages; la culture des céréales et l'alternance deviennent possibles ; le drainage perd son importance quand on distribue seulement de 3000 à 10 000 mètres cubes par hectare et par an, ce qui représente déjà de 170 à 560 kilogrammes d'azote. Quand on utilise réellement les eaux d'égout, la culture est la grande affaire; l'épuration se fait, en quelque sorte, sans qu'on y prenne garde : quand on épure, l'épuration est presque tout ; la culture n'a par elle-même qu'une importance bien secondaire. Il faut, il est vrai, tenir compte des différentes cultures et de leur avidité plus ou moins grande en principes fertilisants ; ainsi, si l'on s'attache à la culture potagère, l'écart entre le cube qui peut être épuré et celui qui peut être utilisé sur une surface donnée est beaucoup moins grand qu'en basant les calculs sur la grande culture. Nous empruntons à l'excellent rapport rédigé par M. H. Vilmorin, au nom de la commission préfectorale d'études, les considérations suivantes :

" Si l'on rapproche des chiffres qui représentent le rendement obtenu au moyen des diverses plantes potagères, les données fournies par la science sur la composition de ces mêmes plantes, il est facile de se rendre compte, au moins approximativement, de la quantité de substances fertilisantes nécessaire à la production d'un poids donné de chaque nature de récoltes. Il devient par là relativement facile de déterminer la quantité d'eau d'égout nécessaire pour obtenir une récolte donnée de chacune des plantes potagères. Prenons, par exemple, une récolte de choux de 75 000 kilogr. à l'hectare, ce qui est un produit considérable, mais non point le maximum de ce qui peut être obtenu dans de bonnes conditions de culture ; 75 000 kilogr. de choux frais doivent, d'après les tables de Wolff, contenir : azote, 180 kilog. ; potasse, 472,5 kilogr. ; acide phosphorique, 105 kilogr.

„ D'autre part, nous pouvons considérer les eaux du collecteur d'Asnières comme contenant, en moyenne, par mètre cube : azote, 45 gr. ; potasse, 40 gr. ; acide phosphorique, 19 gr., moyenne des analyses faites pendant neuf années.

„ Partant de ces données, nous trouvons facilement par le calcul qu'il faudra exactement 4000 m. cubes d'eau, contenant chacun 45 gr. d'azote, pour fournir à cette récolte tout ce qu'il

lui faut de cet élément. Le même calcul indique que 5527 m. cubes d'eau seront nécessaires pour fournir à la même récolte l'acide phosphorique dont elle a besoin, et que, pour lui apporter les 472,5 kilogr. de potasse qu'elle exige, il ne faut pas moins de 11 812 mètres cubes d'eau d'égout.

„ En examinant ce que peuvent absorber les récoltes les plus considérables qui aient été obtenues jusqu'ici dans la plaine de Gennevilliers, on arrive à constater que, pour produire 40 000 kilogr. de pommes de terre, il faut 4355 m. fournissant 196 kilog. d'azote ; pour 132 000 kilogr. de carottes, il faut 14 960 mètres apportant 673,2 kilogr. d'azote ; 120 000 kilogr. de betteraves fourragères demandent 12 300 mètres d'eau pour trouver les 492 kilogr. de potasse qui leur sont nécessaires; enfin la récolte, exceptionnelle il est vrai, de 140 000 kilogr. de choux pommés suppose l'emploi de 22 050 mètres d'eau ayant fourni 882 kilogr. de potasse.

„ C'est tantôt la quantité d'azote, tantôt la quantité de potasse nécessaire aux plantes qui détermine la masse d'eau qu'elles doivent recevoir en arrosements, les diverses espèces absorbant ces deux substances dans des proportions très variables. Quant à l'acide phosphorique, il se trouve presque toujours dans les eaux d'égout en quantités surabondantes par rapport au besoin des récoltes. D'une série nombreuse d'analyses des eaux d'égout et des produits de terres irriguées, analyses faites au laboratoire de l'École des ponts et chaussées, résultent des indications qui concordent d'une manière à peu près complète avec celles que nous venons de donner.

„ Nous reproduisons dans le tableau ci-joint la plupart de ces analyses dont plusieurs s'appliquent à des plantes qui ne sont pas comprises dans les tables de Wolff; comme base des calculs, on a, dans ce tableau, admis que chaque mètre d'eau contient :

Azote.	0 k. 043
Potasse	0 k. 035
Acide phosphorique.	0 k. 017

PRODUITS	AZOTE (Az.)	ACIDE PHOSPH. (PhO5.)	POTASSE KO.	CUBE D'EAU d'égout à fournir pour le rendement brut
Pois				
Les 100 kilogrammes	4k50	1k17	1k02	
pour un rendement de 10 000 k.	450 „	117 „	102 „	11 000 m. c. (Az.)
Haricots				
Les 100 kilogrammes	3 „	1 10	1 46	
pour un rendement de 8 000 k.	240 „	88 „	117 „	6 000 (Az.)
Navets				
Les 100 kilogrammes	0 37	0 16	0 46	
pour un rendement de 49 000 k.	181 „	78 „	225 „	7 000 (KO.)
Cardes poirées				
Les 100 kilogrammes	0 57	0 10	0 30	
pour un rendement de 33 000 k.	188 „	33 „	99 „	5 000 (Az.)
Oseille				
Les 100 kilogrammes	0 34	0 12	0 23	
pour un rendement de 46 000 k.	156 „	55 „	106 „	4 000 (Az.)
Céleri				
Les 100 kilogrammes	0 34	0 12	0 33	
pour un rendement de 160 000 k.	544 „	192 „	528 „	16 000 (KO.)
Cardons				
Les 100 kilogrammes	0 19	0 05	0 44	
pour un rendement de 76 000 k.	144 „	38 „	334 „	10 000 (KO.)
Radis noirs				
Les 100 kilogrammes	0 56	0 29	0 88	
pour un rendement de 21 000 k.	118 „	61 „	185 „	6 000 (KO.)

„ Les chiffres de mètres cubes que nous venons de citer sont un peu trop forts, il est vrai, parce qu'il faut tenir compte des substances fertilisantes qui sont apportées par les pluies, par les poussières et débris organiques que transportent les vents, et par la décomposition lente des éléments du sol lui-même. Toutefois, ces diverses causes n'ont pas une action bien importante, surtout en regard de ce que demandent des cultures à si gros rendements, et l'on ne doit pas être bien loin de la vérité en évaluant qu'elles n'apportent pas aux récoltes un dixième des éléments qui leur sont nécessaires.

„ Il faut reconnaître, d'autre part, que ces apports doivent être plus que compensés par la perte de toutes les substances

tenues en dissolution ou en suspension dans l'eau qui ne se trouve jamais en contact avec les racines et qui descend dans les profondeurs du sol sans avoir servi à la nutrition des plantes. On doit tenir compte, à ce point de vue, de la nature très perméable du sol arrosé, circonstance qui occasionne une perte considérable d'eau absorbée en route avant d'être parvenue aux parties du champ les plus éloignées de son point d'arrivée. Ce qui s'observe aujourd'hui dans les cultures irriguées à l'eau d'égout donne lieu de croire qu'une très forte proportion de l'eau introduite sur les champs arrosés n'est pas réellement utilisée, au moins en tant qu'engrais; les constatations faites par le service des eaux établissent que les cultivateurs à qui l'on donne l'eau d'égout en emploient en moyenne 45 000 mètres cubes par hectare. La nature très aride et très perméable du terrain peut faire qu'il soit indispensable d'appliquer comme arrosage aux récoltes ce volume d'eau très supérieur à celui dont elles ont besoin à titre d'engrais. S'il en est réellement ainsi, il faudrait admettre que les eaux d'égout de Paris, pour être complètement utilisées par la culture, devraient lui être livrées plus diluées qu'elles ne le sont actuellement.

„ Par ce qui précède, on voit que les cultures potagères sont susceptibles d'absorber des quantités d'eau d'égout relativement considérables et qui peuvent dépasser 45 000 mètres cubes par hectare et par an. On pourra sans doute, en perfectionnant les procédés d'arrosage, réduire ce volume d'une façon notable; mais fût-il abaissé à 25 ou 30 mille mètres cubes, ce qui paraît difficile à admettre, ces chiffres suffiraient encore pour justifier ce que nous disions en commençant que l'écart entre l'étendue de terrain nécessaire pour l'épuration des eaux et celle qu'exige leur application à la culture n'est pas si énorme qu'on peut se l'imaginer.

„ A raison de 45 000 mètres cubes à l'hectare, une surface de 2200 hectares serait suffisante pour absorber les 100 millions de mètres cubes actuellement produits par la ville de Paris : sans doute une grande partie de l'azote qui s'y trouve contenu ne serait pas utilisée; mais, dans l'opinion de la sous-commission, ce ne sera qu'après avoir assuré l'épuration, par la culture, de toutes les eaux d'égout qu'on devra songer à en poursuivre l'utilisation complète et raisonnée. „

Il est certainement souhaitable que toutes les eaux des grandes villes, élevées au besoin par des machines à des niveaux suffisants, soient conduites sur des surfaces considérables et utilisées

complètement par l'agriculture; mais, si riche qu'elle soit, une ville ne peut exproprier des communes entières pour y organiser tout un système de culture Elle ne peut pas davantage installer à grands frais des machines élévatoires et des canaux, pour aller offrir des eaux fertilisantes à des cultivateurs qui ne les demandent pas. Ses intérêts immédiats s'y opposent, et l'obligation d'obéir à la loi de restitution ne va pas jusque-là. Pour mener à bien une si vaste entreprise, il faut le concours de tous les intéressés, et principalement celui des détenteurs du sol, et ce concours ne sera obtenu que lorsque les cultivateurs comprendront combien l'emploi des eaux d'égout leur serait profitable. L'utilisation réelle de ces eaux est, au fond, une question d'instruction. Combien de temps faudra-t-il pour faire cette instruction? Combien pour vaincre des habitudes invétérées de culture, pour en faire adopter de nouvelles? Pour grouper des intérêts divisés, vaincre des oppositions dont la presqu'île de Gennevilliers a donné un exemple frappant? Une telle révolution ne peut se faire en quelques années, et, en attendant, les collecteurs des grandes villes continueraient à verser leurs eaux dans les rivières? Cela n'est pas admissible! Il faut que les grandes villes cessent d'infecter des eaux qui ne leur appartiennent pas. Il y a là un devoir précis qui peut et doit être rempli sans retard. Cette première solution, en quelque sorte approximative, du problème ne fait du reste que préparer la solution philosophique de l'avenir.

Certaines entreprises ont le privilège d'être poursuivies sans relâche et rapidement terminées, parce que leur utilité est évidente et frappe tous les esprits. D'autres, aussi utiles, ne sont point d'abord comprises; elles ont des commencements laborieux, entravés par les tâtonnements et les luttes; il leur faut convaincre les incrédules et former l'opinion. Cependant, si elles procèdent de principes vrais, elles grandissent et finissent par conquérir tout leur développement. Il en est, et il en sera ainsi, nous en exprimons la conviction profonde, de l'œuvre entreprise dans plus de 60 villes anglaises, à Paris, à Berlin, à Reims, à Bruxelles, à Florence, partout où, au prix de longs efforts et de luttes incessantes, les administrateurs et les ingénieurs municipaux cherchent à faire prévaloir les idées du pouvoir revivificateur du sol et à assurer ainsi la pureté des rivières au profit de l'agriculture.

(A suivre.) G. M. Kennis.

ENCORE LA NON-UNIVERSALITÉ

DU DÉLUGE (*)

Le R. P. Brucker a, dans le dernier numéro de cette Revue (1), fait ses *Observations* sur mes *Réponses* aux objections élevées par lui contre l'hypothèse de la non-universalité du déluge. Ces observations ne contiennent aucun nouvel argument. Aussi les aurais-je laissé passer sans mot dire, si je n'avais remarqué dans les idées du savant jésuite un changement sensible, et dans sa discussion de mes arguments soit des omissions, soit de légères inexactitudes. Mais je serai très bref; et, pour n'avoir pas à répéter ce que j'ai déjà écrit, je renverrai souvent à mon travail sur *La non-universalité du déluge* (2), dont je sui-

(*) A propos de cette controverse, un juge compétent et impartial disait dernièrement : " En soumettant la question du déluge à un débat contradictoire, et en menant la discussion avec une courtoisie parfaite, les deux savants polémistes ont bien mérité de la science sacrée. Après leurs travaux si consciencieux, il restera à peine quelque chose à glaner pour ceux qui viendront dans la suite disserter encore sur l'étendue du déluge biblique. " (P. J. Corluy, dans *Science catholique*, 15 septembre 1887.) Après le présent article, les deux savants polémistes auront eu chacun deux fois la parole dans la *Revue*, et, en attendant que de futures découvertes jettent un nouveau jour sur le sujet, nous considérerons la discussion comme épuisée. *(Note de la Rédaction.)*

(1) Revue des questions scientifiques, juillet 1887 : *Encore l'universalité du déluge.*

(2) *La non-universalité du déluge* (Paris, Berche et Tralin ; Bruxelles, Vandenbroeck ; ou Revue des questions scientifiques, XXI).

vrai les divisions, afin de mieux marquer les points touchés par les *Observations*.

I. LA BIBLE ET L'UNIVERSALITÉ ABSOLUE.

Je ne recommencerai point la discussion du texte biblique (1). Le R. P. Brucker a d'ailleurs bien senti la logique de mon argumentation. Dans son premier travail, il déclarait souscrire aux conclusions de M. Motais contre la thèse de l'universalité absolue, ajoutant « que les textes bibliques *n'obligent*, ni à étendre l'inondation diluvienne au globe tout entier, ni à envelopper tous les êtres vivants dans la destruction qu'elle a causée ; mais qu'ils nous imposent de croire que le déluge a atteint toutes les parties de la terre alors habitées par l'espèce humaine, de façon à détruire tous les hommes et les animaux qui vivaient près d'eux » (2).

Après ma démonstration de l'illogisme d'une telle proposition, c'est-à-dire de l'hypothèse d'un déluge restreint à une partie de la terre et des animaux, mais universel pour les hommes, le R. P. Brucker est devenu plus timide. Il reconnaît que « les arguments apportés dans ce sens par M. Motais ont été fortifiés par M. Robert. » Il semblerait même qu'il n'a jamais été attaché à cette hypothèse de l'*universalité restreinte*. « Ce système m'est indifférent », écrit-il. Et, s'il prend la plume contre mon exégèse, il a soin d'avertir que ce qu'il en dira « n'est pas pour défendre le système de l'universalité restreinte aux hommes » (3). Cependant il essaie une défense de ce système.

Impossible toujours d'amener le savant jésuite à une étude du texte seul. Son hypothèse n'a rien à y gagner, il

(1) Cf. *La non-universalité*... pp. 2-12 ; Revue, XXI, pp. 138-148.
(2) Art. de juillet 1886, p. 126.
(3) Art. de juillet 1887, p. 29.

le comprend. Il en revient donc au « contexte d'ensemble », et reproduit, en faveur de l'universalité restreinte, ce qu'il appelle la *principale* preuve, la preuve « qui, à elle seule, pourrait suffire ». La voici : « La *terre* n'a été ravagée et les *animaux* n'ont été frappés, dans le déluge, qu'*à cause des péchés des hommes.* » Donc, conclut le R. P. Brucker, il n'y a eu d'atteintes par le déluge que les *régions habitées* par les hommes, qui tous ont péri avec les animaux de ces régions (1).

A cela, prétend-il, je n'ai rien répondu.

C'est donc que *deux* pages de mon travail (2) ont passé inaperçues pour mon honorable contradicteur. Car, entre autres réponses, je faisais celle-ci : « Avant de se demander si par « la terre », il faut entendre *une partie* de la terre, *la partie habitée* de la terre, il conviendrait de savoir si la terre était ou n'était pas entièrement habitée. Le texte n'en dit rien ; il n'est donc pas permis de restreindre ses expressions. » Puis, je demandais s'il n'était pas admissible que, 2262 ans après la création d'Adam, le globe fût habité dans toutes ses parties.

Le R. P. Brucker, qui semble ici n'avoir pas remarqué cette réponse, y fait pourtant allusion dans une *note* (3). Là, il m'accorde « que l'humanité, au temps de Noé, *occupait déjà les cinq parties du monde* ». Mais il retient, ce que je lui accorde de mon côté, que la colonisation du globe n'était pas aussi avancée qu'aujourd'hui.

« Il restait donc des espaces *non habités par l'homme,* ajoute-t-il ; et ainsi la submersion totale de la terre habitée, même étendue à l'extrême, au gré des conjectures de M. Robert, aurait toujours laissé des *îles* ou des îlots plus que suffisants pour loger à l'aise et nourrir, durant le déluge, autant d'animaux qu'on eût voulu. »

N'eût-il pas mieux fait d'avouer qu'il abandonne l'hypo-

(1) Ibid., p. 31.
(2) *La non-universalité,* pp. 9-10, Revue, XXI, pp. 145-146.
(3) Art. de juillet 1887, p. 34.

thèse de l'universalité restreinte pour adopter celle de l'universalité absolue, que de proposer une autre opinion d'après laquelle le flot diluvien, à la poursuite des hommes répandus dans les cinq parties du monde, fait de nombreux méandres pour éviter « les espaces non habités par l'homme » ?

Après cela on comprend le mot du R. P. Brucker : « Le système de l'universalité restreinte aux hommes m'est indifférent. » — Logiquement, il n'y a que deux hypothèses possibles, celle de l'universalité absolue et celle de la non-universalité. Si l'on s'en tient exclusivement au texte sacré, pris en lui-même, on y lira l'universalité absolue ; si à cet examen on joint diverses considérations que nous avons exposées, il sera bien difficile de ne pas admettre la non-universalité du cataclysme. Mon savant contradicteur l'a compris.

II. LA BIBLE ET LA NON-UNIVERSALITÉ.

Le R. P. Brucker recherche pour « quelle raison » je n'admets pas l'universalité absolue. D'après lui, je « n'en indique *pas d'autre* que celle-ci, à savoir qu'il faudrait admettre en même temps une série de *miracles inutiles* » (1). Or, j'ai écrit (2) que c'est là « *une* des raisons émises par les non-universalistes ». Les principales raisons exégétiques exposées dans mon travail sont le *point de vue du narrateur* et le *plan de la Genèse ;* raisons qui n'ont pas échappé au R. P. Brucker, puisqu'il les discute quelques pages plus loin.

Mais, à propos de « miracles inutiles », n'est-ce pas mon savant contradicteur qui a dit (3) que le but de Dieu dans le déluge ne demandait pas le ravage de toute la

(1) Art. juillet 1887, p. 33.
(2) *La non-universalité*, p. 13 ; Revue, XXI, p. 149.
(3) Art. juillet 1886, p. 128.

terre « pour épargner les *miracles inutiles* qu'auraient exigés la submersion d'abord, puis la restauration des régions qui n'avaient point été souillées du contact de l'homme prévaricateur » ?

Ces miracles, aujourd'hui qu'il adopte le système universaliste, il ne les trouve plus *inutiles*, je le comprends ; mais ce que je ne puis ni comprendre ni admettre, c'est qu'il paraisse m'attribuer la qualification d'*inutiles* donnée par lui-même à ces miracles (1).

Vient ensuite l'appréciation des principales raisons exégétiques qui me font adopter l'hypothèse de la non-universalité du déluge.

D'abord le *point de vue du narrateur*. J'avais pensé que le premier narrateur du cataclysme diluvien était Noé ou ses fils. « On ne saurait, sans rationalisme, répond le R. P. Brucker, exclure toute hypothèse d'une *révélation directe* faite à Moïse au sujet du déluge » (2). Il faut avouer alors que le camp de l'exégèse catholique est fortement envahi par le rationalisme, car une telle hypothèse n'y est guère formulée.

Dans la question du « point de vue restreint de Noé », il veut me priver de l'appui d'exégètes sérieux. Ses efforts sont vains ; car je sais pertinemment que des exégètes très estimés, tels que les savants jésuites allemands les RR. PP. Knabenbauer, de Hummelauer et Breitung (3), pour ne citer que ceux-là, partagent entièrement sur ce point ma manière de voir (4). Et c'est bien volontiers que j'accepterai les témoignages des docteurs allemands que mon contradicteur daigne m'abandonner.

(1) Art. juillet 1887, p. 33.

(2) Ibid., p. 35, note.

(3) Le R. P. Breitung, S. J., vient de publier, dans la *Zeitschrift für katholische Theologie* (1887, IV), un travail favorable à la thèse que je soutiens.

(4) Le R. P. Brucker me reproche l'omission d'une phrase dans la citation que je fais du R. P. Corluy; cette phrase est présente, elle se trouve à la fin de la citation, en *lettres italiques*, au haut de la page 17 de ma brochure. (Revue, XXI, p. 159.) Elle montre précisément que le R. P. Corluy n'est pas hostile au sentiment des auteurs dont il parle.

« Pour en venir aux raisons », le R. P. Brucker aborde « le petit épisode de la colombe. »

« Non-universalistes, s'écrie-t-il plaisamment, remerciez le pigeon voyageur de Noé, qui proclame le salut de votre théorie, comme il a autrefois annoncé le salut du monde (1) ! » Et sans exposer intégralement mon raisonnement sur « l'épisode de la colombe » (2), il se demande « comment la découverte que M. Robert fait ici d'un sens restreint de l'expression *toute la terre,* comme *indiqué évidemment par le texte lui-même* [ce que je n'ai point dit], s'accorde-t-elle avec les négations si catégoriques et si absolues de tout à l'heure ? »

La réponse à cette question est aisée. Le lecteur se rappelle que, dans le premier paragraphe de mon travail (3), je me contente de peser les expressions du texte sacré, de les prendre *ut sonant*, sans me préoccuper de quelque considération que ce soit, même de ce que le R. P. Brucker appelle le « contexte d'ensemble ». Je conclus que le texte, ainsi considéré, exigerait l'universalité absolue.

Dans le second paragraphe (4), je fais un nouvel examen du texte en admettant l'intervention du « contexte d'ensemble » et de toute considération admise dans la critique d'un fait historique.

Il n'y a donc point de contradiction dans ma manière d'agir. On le comprendra mieux par l'application de mes principes à l'épisode de la colombe.

Voici le texte (*Gen.* VIII, 8, 9) :

« Noé lâcha une colombe afin de savoir si les eaux couvraient encore la terre. L'oiseau n'ayant point trouvé où poser le pied revint vers l'arche ; c'est que les eaux couvraient encore *toute la terre.* »

Si je me contente de peser les mots, je donnerai à

(1) Art. juillet 1887, p. 36.
(2) Ibid. p. 37. Cf. *La non-universalité*, p. 15 ; REVUE, XXI, p. 151.
(3) *La non-universalité*, pp. 2-12 ; REVUE, XXI, pp. 138-148.
(4) *Ibid.* pp. 12-26 ; REVUE, XXI, pp. 148-162.

l'expression « toute la terre » le sens de *terre entière*, et je n'en excepterai pas une parcelle du globe.

Mais, si je fais de la critique historique, je dirai : l'oiseau n'a pu faire le tour de la terre; de plus, *quinze jours* après, Noé constatait que « la surface de la terre était sèche » (*Gen.* VIII, 13); donc, conclurai-je, il s'agit dans le récit du point de vue de Noé; par conséquent l'expression « toute la terre » signifie ici la contrée qu'il a eue sous les yeux pendant le cataclysme.

J'arrive au *plan de la Genèse*. Mon savant contradicteur a pris à tâche de persuader, même à moi, que je n'admets point du tout ce plan de la Genèse, et que j'« accepte tacitement les résultats de ses critiques ».

De mon côté, je suis persuadé que, si j'ai touché au *plan de la Genèse* de M. Motais, c'est pour l'approuver. N'ai-je pas, en effet, consacré *six* pages à défendre ce plan (1)? Comment peut-on dire que je l'ai abandonné? Je m'en suis écarté sur un point peu important; je préfère voir des Caïnites dans les filles des hommes, tandis que M. Motais *inclinait plutôt* à y voir des Séthites de bas étage. Je dis « inclinait plutôt », car, ainsi que je l'ai fait remarquer (2), dans *deux* passages du *Déluge biblique*, le savant exégète déclare ne pas se refuser absolument à admettre des Caïnites comme corrupteurs. Dans sa réponse (3), le R. P. Brucker ne fait allusion qu'à *un* de ces passages; et il n'y a pas vu « comment, en cet endroit, M. Motais est moins affirmatif. » Cependant, à la page citée, on lit que « très probablement les Caïnites ne sont pas étrangers à la corruption séthite » (4). Mais pourquoi mon honorable contradicteur garde-t-il le silence sur l'*autre* passage indiqué, où M. Motais montre la possibilité d'une

(1) *La non-universalité*, pp. 18-23 ; REVUE, XXI, pp. 154-159.
(2) *Ibid.*, p. 22, note 2 ; REVUE, XXI, p. 158.
(3) Art. juillet 1887, p. 40, note 2.
(4) *Déluge biblique*, p. 294.

corruption provenant *uniquement* d'une fraction des Caïnites (1)?

Si vous faites intervenir les Caïnites dans le déluge, réplique-t-il, c'en est fait du plan de la Genèse, vous n'aurez plus à partir du chapitre v « l'histoire *exclusivement patriarcale* ». Déjà j'ai répondu à cette objection, et je trouve étrange l'oubli de mon contradicteur. Je lis, en effet, ceci dans ma première réponse : « Notre opinion n'irait pas davantage contre le plan de la Genèse tel que le conçoit M. Motais ; car, si l'on fait intervenir *des* Caïnites dans l'histoire des Séthites, ce n'est que pour l'intégrité de cette histoire ; de même que dans toute histoire nationale on est forcé, pour l'intégrité du récit, de faire allusion à d'autres peuples, à moins de passer sous silence des événements très importants de cette histoire qui reste néanmoins purement nationale (2). »

Mais j'ai promis de ne point me recopier. On trouvera donc dans mon travail la réponse aux autres difficultés de nouveau soulevées contre ce plan de la Genèse (3).

Je ne m'arrêterai pas davantage aux textes de la *Sagesse* et de l'*Ecclésiastique*, dont le R. P. Brucker n'a point renversé l'interprétation (4).

Il fait erreur, lorsqu'il prétend que j'ai passé sous silence ces textes de saint Pierre où le mot « monde » se trouve plusieurs fois employé. M. Motais, y faisant allusion dans sa lettre sur les textes du prince des apôtres, montre que par « monde » il faut entendre le monde patriarcal primitif. N'ai-je pas rappelé moi-même que Noé avait été le prédicateur de ce « monde primitif » ; que, ce « monde »,

(1) *Ibid.*, p. 262.
(2) *La non-universalité*, p. 22, note 2 ; Revue, XXI, p. 158.
(3) *Ibid.*, pp. 18 et suiv. ; Revue, XXI, pp. 154-159.
(4) Le R. P. Brucker refait de ces textes une traduction qui, d'après lui, serait plus exacte que la mienne. Ainsi, dans le texte de la *Sagesse*, il ne veut pas qu'on traduise αἰών par *perpétuité*, mais par *monde*. De sorte que dans le même texte on aurait ce mot *monde* exprimé par deux mots grecs différents. Bien mieux, il cite, comme appui, un texte où se trouve ce mot αἰὼν, et il le traduit par *perpétuité* : διαθῆκαι αἰῶνος, les pactes *perpétuels*.

il l'avait condamné par la construction de l'arche, et que dès lors on doit entendre ici par « monde » ce monde patriarcal, devenu « monde des impies », au milieu duquel il vivait et dont il ne put vaincre l'incrédulité (1) ?

III. HORS L'ARCHE ET L'ÉGLISE POINT DE SALUT.

Je ne m'attarderai pas longuement sur la question traditionnelle. Ce que j'en ai dit dans mon travail reste debout après les observations du R. P. Brucker. C'est à peine s'il daigne faire mention de la lettre de M. Motais, fort admirée par des théologiens et exégètes de valeur, et appelée par l'un d'eux « chef-d'œuvre d'argumentation ».

Je me contenterai donc, avant de repousser certaines accusations, de faire part aux lecteurs des observations du R. P. Corluy contre les arguments de tradition du R. P. Brucker.

Alors que, dans la *Revue des questions scientifiques*, je prétendais que « le vrai *consensus* des Pères porte uniquement sur le fait *d'un déluge auquel huit personnes ont échappé dans une arche*, figure prophétique de l'Église » (2); le savant exégète de Louvain prenait, dans la *Science catholique* (3), la question à un autre point de vue. Sans vouloir « contester » le *consensus* moralement unanime des Pères tel que l'entend notre honorable contradicteur, il disait : « L'accord des Pères dans l'affirmation de ce sens typique ne suffit pas, semble-t-il, pour conclure à l'existence d'une tradition apostolique par rapport à ce sens; car l'idée s'en présente, pour ainsi dire, d'elle-même à quiconque considère attentivement les circonstances du déluge. » Il ne veut pas reconnaître que le fondement de cette tradition apostolique se trouve dans

(1) *La non-universalité*, pp. 20-21 ; Revue, XXI, pp. 156-157.
(2) *La non-universalité*, p. 42 ; Revue, XXI, p. 178.
(3) Voir la discussion entre les deux savants jésuites, dans les nos 1, 3 et 4 de la *Science catholique*.

le texte de saint Pierre (I Petr. III, 20-21), où, comme M. Motais, il n'admet pas que le prince des apôtres parle de l'universalité du déluge.

Le R. P. Corluy termine la discussion (1) par les lignes suivantes :

« Les meilleurs théologiens exigent, pour qu'un *consensus* soit obligatoire et exprime l'enseignement de l'Église, que les Pères parlent comme *témoins* de la tradition, c'est-à-dire qu'ils déclarent formellement ou équivalemment leur intention de parler, non pas en leur propre nom, mais au nom de l'Église, de laquelle ils ont appris ce qu'ils enseignent (2). C'est cet élément que je désirerais trouver dans les paroles des Pères qui traitent de l'universalité du déluge. Or, je viens de relire attentivement les textes cités par mon savant confrère, et je ne puis découvrir cet élément nécessaire que tout au plus chez S. Augustin, *De catechiz. rud.*, puisque ce Père ajoute ces mots : *Interrogandus an hæc credat.* Encore je me demande si saint Augustin entendait proposer comme de foi tous les détails de ses explications, ou seulement la substance des choses. Voulait-il, par exemple, imposer à la foi des catéchumènes l'explication typique qu'il trouve dans la manière dont vinrent au monde les deux frères jumeaux Jacob et Ésaü (c. 19, n. 33, cfr c. 3, n. 6) ou dans le doigt de Dieu écrivant les préceptes de la Loi (c. 20, n. 35) ? Il est au moins permis d'en douter.

» C'est pourquoi, malgré le plaisir que j'éprouverais à rendre les armes à un adversaire aussi courtois que le R. P. Brucker, je dois avouer que, sur ce point précis de

(1) Le R. P. Corluy avait, comme je l'ai dit dans mon premier travail, mis en parallèle le type du déluge et celui de Melchisédech. Après une réplique du R. P. Brucker, il déclara que celui-ci lui avait fait " une bonne réponse qui laisse à peine subsister *quelques nuages.* „ Le R. P. Brucker semble me reprocher de n'avoir point cité ce bon petit mot. Je l'eusse fait certainement si les épreuves de mon article avaient encore été en ma possession lorsque parut la *Science catholique.*

(2) Cfr. Ubaldi, *Introductio in S. Script.*, t. III, p. 268.

la question du déluge, mes doutes ne se sont pas encore dissipés. Il me reste des scrupules que je permets au Révérend Père d'appeler « excessifs » ; je crois, en effet, qu'il faut pousser le scrupule jusqu'à la limite extrême, lorsque l'on veut, au nom de l'orthodoxie, « barrer le passage » à des idées qui demandent à pouvoir se produire au nom de la science (1). » L'hypothèse de la non-universalité du déluge se présente, en effet, appuyée sur des arguments scientifiques qu'on ne peut dédaigner.

Beaucoup de passages de nos saints livres ne reçoivent-ils pas des découvertes modernes leur vraie explication ? Et celle-ci souvent n'est-elle pas absolument opposée aux sentiments d'auteurs anciens respectables, mais privés de nos connaissances actuelles ? Il convient donc, dans ces questions qui touchent à l'histoire et aux sciences, de suivre les sages conseils que les Pères nous ont donnés.

Saint Augustin recommande sur ce point la plus grande précaution. Il est beaucoup d'hommes étrangers à notre sainte religion, écrit-il, qui possèdent de vastes connaissances sur les sciences profanes. « Que doivent-ils dire dès lors quand ils entendent un chrétien, parlant de ces matières d'après les notions qu'il prétend avoir puisées dans les saintes lettres, se tromper du tout au tout et donner dans des extravagances si grossières qu'ils ont peine à garder leur sérieux ? C'est là un scandale des plus honteux, et il faut l'éviter à tout prix. Qu'un chrétien se fasse railler en défendant des opinions fausses, la chose n'est pas de bien grande conséquence ; mais le mal est que nos auteurs sacrés deviennent responsables de ces sottises aux yeux des incroyants, qui les accusent d'ignorance et les méprisent, au détriment des âmes dont le salut nous préoccupe. Voyant ainsi un chrétien commettre des erreurs grossières sur les matières qu'ils connaissaient si bien, et rendre nos livres saints responsables de ses vaines imagi-

(1) *Science catholique*, 15 mars 1887.

nations, comment pourraient-ils admettre ce que ces mêmes livres enseignent sur la résurrection des morts, sur l'espérance de la vie éternelle, sur le royaume des cieux, alors qu'ils se figurent y trouver des mensonges sur les questions où leur propre expérience et des raisons sans réplique leur ont fait voir la vérité (1) ? » — Sur ces points d'histoire et de science, le saint auteur ne se considère donc point comme docteur et témoin de la foi ; bien mieux, il ne craint pas de conseiller d'écouter sur ces questions des savants « étrangers à notre sainte religion ».

Saint Thomas n'est pas moins explicite.

« Pour moi, dit-il, je trouve que le parti le plus sûr, dans ces opinions admises par le commun des philosophes et conciliables avec notre foi, c'est de ne les point affirmer comme des dogmes... et de ne les pas rejeter comme contraires à la foi, *de peur de fournir aux savants de ce monde une occasion de mépriser les enseignements de la religion* (2). »

Terminons par le conseil d'un théologien de valeur, Pereira (3) : « Nous devons soigneusement nous garder et nous abstenir absolument, en expliquant les écrits de Moïse, de croire et de soutenir avec opiniâtreté des choses en contradiction avec les expériences et les déductions certaines de la philosophie ou des autres sciences ; car, comme la vérité s'accorde toujours avec la vérité, *il est impossible que la vérité des livres saints soit en opposition avec les preuves exactes et les observations des sciences humaines.* »

Je me vois forcé, malgré les réclamations du R. P. Brucker, de maintenir mes observations sur les textes de certains Pères. Par exemple, je ne puis trouver dans les Septante, même quant au sens, ces mots : « Lors du déluge, je t'ai sauvé », que saint Justin attribue à Isaïe

(1) S. Augustin. *De Genesi ad litteram*, lib. I. cap. XIX.
(2) S. Thomas, *Opusc.* X.
(3) Pererius, *in Genesim*, ad princip.

(LIV, 9). De même je maintiens dans le texte de ce Père la traduction des deux γένος par « race »; car il y a évidemment là parallèle entre la race juive et la race chrétienne.

Que saint Fulgence n'ait point voulu citer saint Pierre, mais la Genèse, j'ai peine à le croire, tant le texte de l'apôtre et celui du Père ont de rapport. Quant à saint Cyprien, je renverrai le lecteur au témoignage du P. Hurter (1) et de Mgr Freppel (2), pour ne citer que ces deux auteurs, qui prétendent que saint Cyprien a abusé du type du déluge jusqu'à l'hérésie.

Maintenant, qu'il me soit permis de me laver du soupçon d'hérésie, qui aurait pu naître dans l'esprit des lecteurs par suite d'un arrangement malheureux dans l'argumentation du R. P. Brucker.

Il s'agit de la première épître de saint Pierre. J'ai dit qu'elle est adressée aux chrétiens du Pont, de la Galatie, de la Cappadoce, de l'Asie et de la Bithynie; cela, je ne l'ai point inventé, c'est la traduction du premier verset de cette lettre. Le R. P. Brucker ose à peine en croire ses yeux : « M. Robert suppose que l'apôtre ne parle que pour les quelques groupes de *chrétiens* à qui sa lettre est adressée. » C'est vrai, mais cela ne m'empêche pas d'admettre que l'enseignement qu'elle renferme doit s'étendre à toute la chrétienté. Il en est de même des épîtres aux Romains, aux Corinthiens, à Tite, à Timothée, etc..., qui étaient spécialement écrites pour ces peuples ou ces personnages, mais dont les enseignements n'en sont pas moins applicables à toute l'Église.

J'ai donc pris la lettre de saint Pierre à l'époque où il l'écrivait, et je l'ai considérée comme parlant uniquement de ceux à qui elle est adressée : il n'y a là rien de répré-

(1) *De Arca Noe Ecclesiæ typo*, dans les *Opuscula Patrum*, t. III, pp. 222-223, cité dans ma brochure, p. 40, note 5, REVUE, XXI, p. 177.

(2) Freppel, *Saint-Cyprien et l'Église d'Afrique au IIIe siècle*, Cours de la Sorbonne, 1863-64.

hensible. Mais, à propos de mon argumentation sur cette lettre, le R. P. Brucker me dit : « Il est de foi, d'ailleurs, que personne ne peut être sauvé autrement que par le baptême, appliqué *in re* ou *in voto*, comme l'expliquent les catéchismes. »

Faut-il voir, dans cette petite leçon, un reproche, soit d'hétérodoxie, soit d'ignorance sur un point de théologie élémentaire ? La courtoisie ordinaire de mon contradicteur m'empêche de le penser ; je préfère croire à une distraction de sa part, à une lecture trop superficielle de mon travail. J'ai écrit en effet (1), qu'outre les hommes qui seront sauvés par *l'eau du baptême*, il en est d'autres qui « échapperont à la mort éternelle, car l'*Esprit-Saint*, dit le Docteur angélique, *excitera leur cœur à croire en Dieu, et à l'aimer et à se repentir de leurs péchés.* » Et c'est là ce qu'on appelle le baptême *in voto* (2).

IV. LE DÉLUGE ET LA CROYANCE TRADITIONNELLE.

A propos de ce paragraphe, le R. P. Brucker nie toujours qu'il y ait eu, « sur la question du mouvement du soleil autour de la terre, un *consensus* analogue à celui qu'on remarque sur l'universalité du déluge ».

Je croyais avoir appuyé l'opinion contraire d'une grande autorité en citant Bellarmin. Je pensais l'illustre cardinal bien au courant de ce que les Pères et commentateurs ecclésiastiques avaient écrit sur la Bible. Mais le R. P. Brucker rejette cette autorité. Bellarmin aurait commis

(1) *La non-universalité*, p. 32 ; Revue, XXI, p. 168.

(2) Le R. P. Brucker prétend que *la maison de Rahab*, chez les Pères, n'est pas le type de l'Église considérée dans son *universalité* ou sa *catholicité*, mais de l'Eglise *une et unique*. A cela je réponds par ce que j'ai déjà dit de ce type (p. 30, note 1 ; Revue, XXI, p. 166), à savoir que, d'après le P. Hurter, les Pères déclarent *cette maison*, au même titre que l'*arche*, la figure prophétique de l'*Église*, et « *hoc typo idem illustrare solent, nimirum extra Ecclesiam non esse salutem.* »

une grande erreur, spécialement dans ce passage de sa lettre :

« Si V. P. veut lire non seulement les saints Pères, mais les commentaires modernes sur la Genèse, sur les Psaumes, sur l'Ecclésiaste, sur Josué, elle y trouvera que *tous tombent d'accord* pour expliquer à la lettre, que le soleil est dans le ciel et tourne rapidement autour de la terre, tandis que la terre est bien loin du ciel et occupe immobile le centre du monde (1). »

Je suis persuadé que ce qu'écrit là Bellarmin est absolument exact, et je dis toujours que, dans la question du mouvement solaire, les adversaires de Copernic et de Galilée se trompaient avec les Pères. C'est d'ailleurs une chose universellement admise.

Le R. P. Brucker me défie de citer un seul Père qui ait affirmé que le texte de Josué « rendait certain le mouvement *réel* du soleil autour de la terre. » Je lui demanderai à mon tour s'il peut citer un seul Père qui ait déclaré que les textes de l'Écriture permettent de douter de ce mouvement, et que c'est là une question libre. S'ils n'ont dit ni l'un ni l'autre, parce qu'ils n'ont pas eu l'occasion de se prononcer à ce sujet, il n'en est pas moins vrai qu'ils ont été unanimes à comprendre et à interpréter ces textes dans le sens du mouvement réel du soleil et de l'immobilité réelle de la terre. Aussi, dès que la question fut posée par les affirmations de Galilée, on ne manqua pas d'opposer à celui-ci le *consensus* des Pères sur le sens de l'Écriture. Nous avons vu ce qu'en pensait Bellarmin. Rappelons ce qu'en dirent les théologiens consulteurs du saint-office.

Appelés à examiner cette proposition : *Sol est centrum mundi et omnino immobilis motu locali,* ils la condamnèrent comme contraire au sentiment des Pères et des théologiens. « Dictam propositionem, répondaient-ils, esse

(1) Cf. *La non-universalité,* pp. 44-46 ; Revue, XXI, pp. 411-413.

stultam et absurdam in philosophia, et *formaliter hæreticam*, quatenus contradicit expresse sententiis sacræ scripturæ, in multis locis, secundum proprietatem verborum et secundum *communem expositionem et sensum sanctorum patrum et theologorum doctorum* (1). »

Il en est de cette question d'exégèse comme de bien d'autres : les Pères se contentent de commenter sans grandes affirmations ; mais, dès qu'il se présente une interprétation nouvelle, les théologiens qui la combattent tâchent de tirer tout le parti possible du témoignage calme de ces saints auteurs. Sur la question de l'universalité du déluge, les Pères ne se contentent-ils pas généralement de prendre les termes du texte sacré *ut sonant*, sans affirmer comme certain le fait de l'universalité ? Le jour où serait universellement admise la non-universalité du déluge, n'avouerait-on pas simplement que les anciens commentateurs se sont trompés, comme dans la question du mouvement solaire ? on dirait, pour expliquer leur erreur, qu'ils n'avaient pas pour leurs études les ressources scientifiques qui sont aujourd'hui à notre disposition.

Quant aux « erreurs » (2) de M. Motais dont je prendrais la défense, le savant jésuite en cite deux : l'une où il est fait mention de Mathusalem et de saint Augustin, et l'autre où sont en cause saint Jérôme et des hommes qui pendant le déluge se seraient sauvés sur une montagne.

Saint Augustin n'ose pas condamner la survivance de Mathusalem pendant le déluge, « uniquement, dit le

(1) Cf. SCIENCE CATHOLIQUE, juillet 1887 : *Le procès de Galilée*. On y lit encore ceci : " Le célèbre Sérarius, dans son commentaire du ch. x de Josué, publié à Mayence en 1610, venant à parler du système d'après lequel la terre tourne autour du soleil immobile, le condamne expressément et ajoute : " Accedit quod opinationem istam exsufflent ac damnent philosophorum omnium, præter Nicetam et pythagoræos pauculos, familiæ, *omnia sanctorum patrum effata, omnia theologorum omnium gymnasia.* "

(2) M'appuyant sur le témoignage de M. Vigouroux, j'avais soutenu qu'au XVe siècle on admettait encore la non-sphéricité de la terre. D'après le R. P. Brucker, M. Vigouroux aurait été induit en erreur par Montfaucon, qui aurait mal lu un passage de Tostat ; dans ce cas, je serais par là même tombé dans la même erreur.

R. P. Brucker, parce que la plupart des manuscrits des Septante prolongeaient la vie de ce patriarche au delà du déluge », et aussi, ajouterai-je, parce que le saint docteur considère cette question comme ne touchant pas le moins du monde à la foi. Ce n'est qu' « un seul homme », c'est vrai ; mais nous voyons aussi saint Jérôme, je ne dis pas « approuver », mais laisser passer sans protestation une opinion qui admettait le salut de plusieurs hommes réfugiés sur une montagne. On a beau dire, mais, si le grand exégète ne note pas cette opinion comme contraire à la Bible, il faut que, lui aussi, ne considère pas la survivance d'autres hommes, en dehors de la famille de Noé, comme touchant à la foi.

N'est-il pas étrange que saint Augustin préfère croire à l'exactitude des Septante qu'à la destruction absolue de tous les hommes ? Et le R. P. Brucker ne craint-il pas qu'on n'invoque cette grande autorité contre les libertés qu'il s'est permises en chronologie ? Je me garderai pourtant bien de le faire.

V. LE DÉLUGE ET LA GÉOLOGIE ET LA LINGUISTIQUE.

J'admets qu'il serait imprudent d'émettre l'hypothèse de la non-universalité du déluge, si l'on n'avait pas pour l'appuyer des raisons sérieuses.

C'est pourquoi, avec M. Motais, j'avais apporté des raisons scientifiques qui rendent douteuse l'hypothèse de la destruction totale de l'humanité sous le flot diluvien.

J'ai, il est vrai, déclaré franchement que « les études concernant la linguistique et l'ethnologie, entre autres, n'ont point encore produit un résultat tel qu'elles puissent servir à trancher définitivement ces questions pendantes. » Mais en résulte-t-il que les travaux des ethnologues et des linguistes éminents sur lesquels je m'appuie, soient sans valeur ? Il y a sans doute de l'hypothèse chez eux ; mais,

dirai-je avec le P. Corluy, « que de fois n'arrive-t-il pas, dans les investigations scientifiques, que des hypothèses mettent les chercheurs sur la voie de la vérité » (1)? Puis, chez ces savants ethnologues et linguistes, n'y a-t-il donc que des hypothèses? Et, parmi celles-ci, beaucoup n'ont-elles pas acquis une probabilité telle qu'elles font presque loi dans la science?

J'ai peut-être montré trop de prudence et fait aux illustres auteurs dont je me suis inspiré l'injure de n'avoir point eu en eux une assez grande confiance. J'en ai été puni par les reproches de mon honorable contradicteur. Mais peut-on contredire l'opinion des savants que je cite sans apporter des témoignages supérieurs aux leurs?

Au fond, le R. P. Brucker est sur ce point de mon avis; on s'en convainc par la lecture des timides arguments qu'il dirige contre la partie scientifique de mon travail. « Bon nombre des pages dont elle se compose, écrit-il, sont remplies par une polémique étrangère au sujet. » C'est une manière d'éviter la discussion. Mes *cinquante* pages d'arguments scientifiques (2) sont examinées en *cinq* pages. De *géologie* et de *paléontologie,* il n'est plus question. Mais il y a un mot sur la chronologie biblique.

Dans son premier travail, le R. P. Brucker avait répondu à la difficulté de la diversification des langues entre le déluge et Abraham, par son système de l'allongement de la chronologie biblique. Je déclarai alors admettre la liberté de l'exégète dans ces questions chronologiques. Concession regrettable! j'aurais dû en appeler au *consensus* traditionnel pour barrer le chemin au nom de l'orthodoxie à cette théorie, et, par exemple, rappeler

(1) *Science catholique,* n° 1, p. 67. Et dans le n° 10 de la même revue (15 septembre), rendant compte de ma discussion avec le R. P. Brucker, le savant professeur de Louvain écrit : « L'incertitude des données scientifiques quant au développement des races et des langues donne libre champ au R. Père pour reléguer parmi les hypothèses tous les arguments de son adversaire. *Ceux-ci perdent-ils pour cela toute probabilité? Nous n'oserions pas l'affirmer.* »

(2) *La non-universalité,* pp. 54-101; Revue XXI, pp. 421-468.

ce fait de saint Augustin préférant croire à la survivance de Mathusalem pendant le déluge qu'à une erreur dans la chronologie des Septante ; car on se prévaut de ma libérale déclaration pour se refuser à la discussion sur ce point. M'appuyant sur la science et sur l'histoire, j'avais déclaré suffisante la chronologie des Septante, et par conséquent les hypothèses du R. P. Brucker absolument inutiles (1) ; mais on n'a retenu que ma concession sur la liberté en matière de chronologie, et on en use sans mesure.

J'avais montré (2) l'arbitraire de ce système chronologique. Même en laissant de côté la protestation de la science, est-il admissible de dire, par exemple, que Phaleg à 30 ans engendra son arrière-petit-fils ? Oserait-on écrire qu'à l'âge de 48 ans Henri IV engendra Louis XVI ? Voilà cependant le système chronologique qu'on nous propose !

N'est-il pas au moins étrange d'allonger la chronologie postdiluvienne alors qu'on ne veut rien changer à la chronologie antédiluvienne ? Contre cette dernière accusation le R. P. Brucker a fait une protestation. La voici (3) :

« M. Robert prétend, écrit-il, que, d'après moi, les lacunes n'existeraient que dans la liste postdiluvienne, mais non dans la liste antédiluvienne. J'avais déjà protesté cependant contre cette interprétation de mon travail. »

Mais après la protestation, voici l'aveu :

« Il est vrai que je ne vois pas de raison d'allonger la chronologie antédiluvienne, tandis que je crois en voir plusieurs pour trouver trop courte la chronologie postdiluvienne vulgaire. »

On pourrait croire qu'après cela il va apporter des raisons. Nullement ! « M. Robert dit que c'est de l'arbi-

(1) *La non-universalité*, pp. 60-61 ; Revue, XXI, pp. 427-428.
(2) *La non-universalité*, pp. 58-60 ; Revue, XXI, pp. 425-427.
(3) Art. juillet 1887, p. 64, note 1.

traire : c'est que mes raisons n'ont pas pour lui la valeur qu'elles ont pour moi — et pour d'autres ; voilà tout. »

C'est tout l'appui que le R. P. Brucker donne à ce système destiné à battre en brèche l'hypothèse de la non-universalité.

Un autre moyen s'offrait pour expliquer la différenciation des langues, je veux parler de la confusion des langues à Babel. Je crois avoir suffisamment exposé les raisons en faveur de la présence des seuls Sémites dans la plaine de Sennaar et de la confusion non des langues, mais des idées (1).

Que m'oppose sur ce point mon savant contradicteur ? Une petite note dans laquelle il déclare que « l'interprétation particulière de M. Motais, reprise par M. Robert, lui paraît toujours invraisemblable. » C'est possible ; mais montrer les défauts de mon exégèse eût mieux valu.

VI. LE DÉLUGE ET L'ETHNOLOGIE.

L'argument ethnologique que j'ai longuement développé (2) a, je le sais, vivement frappé les lecteurs et grossi le nombre des partisans de la non-universalité du déluge. Il est donc important.

Qu'y répond le R. P. Brucker ?

Il admet que le temps seul n'explique pas la différenciation des races humaines. Pour le reste, il reproche à mon argument d'être imprégné d'idées empruntées à l'école darwiniste. Déjà à ce propos j'avais posé la question (3) : « Le R. P. Brucker est-il monogéniste ? Admet-il la transformation du premier type humain en plusieurs types ? Il y aurait donc du vrai dans cette parole rapportée par M. Hovelacque, dans son récent *Précis d'anthropo-*

(1) *La non-universalité*, pp. 63-70 ; Revue, XXI, pp. 430-437.
(2) *La non-universalité*, pp. 71-83 ; Revue, XXI, pp. 438-450.
(3) *Ibid.*, p. 76, note 1 ; Revue, XXI, p, 443.

logie : On a dit que le monogénisme était une doctrine transformiste. »

Mon contradicteur s'étonne que j'accorde ma confiance à des *transformistes* tels que MM. Hovelacque et Topinard. Mais oublie-t-il que lui-même a cité M. Hovelacque dans son travail contre M. Motais (1)?

Ne me reproche-t-il pas aussi de m'inspirer d'orientalistes et d'exégètes rationalistes ou protestants ? Quelle étrange manière de faire de la science ! La vérité est toujours la vérité, quel que soit le savant qui la découvre. Si c'est un savant catholique, tant mieux; encore le R. P. Brucker n'aime pas qu'on lui cite des orientalistes comme MM. Lenormant et de Gobineau. Mais lui-même ne se prive pas de recourir à des auteurs hétérodoxes (2).

Pour ce qui est de MM. Hovelacque et Topinard, on remarquera que je les ai cités uniquement dans ce qu'ils ont de commun avec M. de Quatrefages.

Le R. P. Brucker veut bien admettre que je cite aussi ce dernier auteur, pour lequel il professe une grande vénération. Il eût été plus vrai de dire que mon argument ethnologique est tout simplement le résumé du dernier ouvrage de l'éminent professeur du Muséum.

Le R. P. Brucker a sans doute mal lu ou mal compris ce que je dis sur l'influence du milieu. On pourra constater en relisant ces pages (3), que je reproduis, en le citant mot pour mot, l'opinion de M. de Quatrefages sur ce sujet.

La citation que me fait mon savant contradicteur d'une page de M. de Quatrefages concorde admirablement avec ce que j'ai écrit, à savoir que c'est au lendemain de la

(1) *Revue des quest. sc.*, oct. 1886, p. 465.

(2) Au nom d'Hovelacque, j'ajouterai ceux de Halévy, Quatrefages, etc., et je rappellerai que le savant jésuite, dans un article de la *Controverse* (1886), auquel je répondis, avait emprunté presque mot pour mot un argument à Reuss. Malheureusement en copiant ce rationaliste, il copia aussi son erreur sur la question. Il semble convenable d'accorder aux autres les libertés qu'on se permet.

(3) *La non-universalité*, pp. 72-73 ; Revue, XXI, pp. 439-440.

création, c'est-à-dire, avant qu'elles atteignissent leur habitat actuel, que les races reçurent leurs caractères spéciaux. Je m'étonne donc qu'on m'oppose cette page que je n'ai pas eu à citer, n'ayant point posé l'*objection* des polygénistes. Qu'après vingt-deux siècles, le type de Noé et de ses fils fût fixé, au point de ne pouvoir plus recevoir que des modifications superficielles, c'est ce qui ressort précisément et logiquement de là, comme je l'ai déjà dit.

Le R. P. Brucker est timide sur le terrain ethnologique, la grande autorité de M. de Quatrefages l'effraie ; aussi, au lieu de discuter scientifiquement, il se contente de m'accuser de « courtiser le transformisme ». Il n'oserait certainement pas dire cela de M. de Quatrefages, et cependant dans cette question je ne me suis pas un instant écarté de ce savant.

C'est également par des fins de non-recevoir, et sans égard pour les « autorités respectables » dont je m'inspire, qu'il accueille l'argument linguistique. Il est donc inutile d'insister.

VII. RACES ANTÉDILUVIENNES.

Abordant la question des « Caïnites postdiluviens », le R.P.Brucker prétend qu'« elle n'a qu'un seul appui d'apparence sérieuse, une interprétation particulière de la prophétie de Balaam », interprétation qui ne se soutiendrait « qu'à l'aide de plusieurs hypothèses très fragiles ». Elles doivent donc être bien aisées à renverser, ces hypothèses. L'a-t-on essayé ? C'est à peine si on les énumère.

Sur la question du *Caïn* de la prophétie, il déclare simplement vouloir garder sa première opinion. Mais il a le tort, à mon avis, de discuter la lecture massorétique de *Caïn*, alors que j'avais déclaré utile (1) de laisser de côté

(1) *La non-universalité*, p. 84, note 2 ; Revue, XXI, p. 451.

la massore et de lire l'hébreu sans points-voyelles. Le nom de Caïn, dans la Genèse et dans la prophétie de Balaam, se lit dès lors *Qîn*, comme l'ont lu le traducteur syriaque et saint Jérôme. Il n'y a pas à nier ; le nom est le même dans les deux passages.

Quant au sens à donner au mot *scheth* qui toujours désigne le nom du frère de Caïn, le R. P. Brucker se refuse à examiner sérieusement la discussion exégétique que j'ai faite de ce passage de Balaam ainsi que de celui de Jérémie. Les lecteurs pourront comparer sa réponse (1) avec mon interprétation (2). Il est inutile de me recopier.

Sur la question du *Scheth*, le R. P. Brucker prend ses précautions pour l'avenir. « Au cas, dit-il, où *schêth* représenterait un nom propre dans la prophétie de Balaam, la preuve que c'est le nom du frère de Caïn resterait tout entière à faire. » Cette preuve ne serait peut-être pas bien difficile à faire ; car, *Schêth* étant le nom d'un homme, et cet homme étant donné comme *père de peuples,* puisqu'il s'agit des fils de Scheth *(benê-Schêth)*, on ne connaît de père de peuples portant ce nom que le *Schêth* ou *Seth*, fils d'Adam. Il deviendrait donc très probable que c'est de ce Seth qu'il s'agit. Et vu le rapprochement du nom *Caïn*, également donné dans la prophétie, comme père de peuples, il deviendrait indubitable que ce Caïn et ce Seth sont les deux frères, fils d'Adam.

Je crois pour moi qu'il en est ainsi ; et j'ose espérer que mon honorable contradicteur se rangera un jour à cette opinion.

(1) Juillet 1887, pp. 46-47.

(2) *La non-universalité,* pp. 87-92 ; Revue, XXI, pp. 454-459. — A propos de la prophétie de Balaam, je rappellerai au R. P. Brucker que c'est elle qui a fait douter Oleaster de l'universalité du déluge. — J'admire la facilité avec laquelle on fait disparaître les auteurs que j'avais cités comme ayant professé avant M. Motais la non-universalité du déluge quant aux hommes. On rejette d'abord le témoignage des *protestants ;* puis parmi les *catholiques*, on n'admet que les *théologiens*, et encore parmi ceux-ci récuse-t-on l'autorité de « plus d'un ». Par ce système de sélection, on arrive à n'en trouver « qu'*un* dont le témoignage remonte à plus de dix ans. »

Je ne reparlerai pas des autres peuples anciens de la Palestine. Le R. P. Brucker ne touche pas à mes arguments ; il se contente de récuser gratuitement les autorités sur lesquelles je m'appuie. « Le moindre bout de texte biblique, écrit-il, ferait bien mieux notre affaire. » C'est plus d'un bout de texte que j'ai apporté ; mais on sait quel accueil leur a été fait.

Enfin, le savant jésuite revient à cette conjecture à propos du silence de Moïse sur les anciens peuples de la Palestine, à savoir, qu'il se pourrait que Moïse a laissé ces peuples en dehors de ses tables généalogiques tout simplement parce qu'il ne savait pas auquel des fils de Noé rapporter leur origine.

A cela je réponds : Il est étrange que ce soit précisément sur des peuples mis en rapports spéciaux avec les Israélites que plane ce mystère ; il est étrange que ces peuples soient indiqués comme plus anciens que les Chananéens. S'ils descendent de Noé, leurs pères seraient-ils des aînés de Sem, Cham et Japhet ; puisque les descendants de ces derniers trouvèrent la terre occupée par ces peuples innommés ? On voit à quelles étranges conséquences conduit cette conjecture.

En résumé, le R. P. Brucker, après avoir essayé de défendre contre M. Motais l'hypothèse d'un déluge qui n'aurait inondé qu'une partie de la terre et détruit qu'une partie des animaux, mais qui aurait perdu l'humanité entière moins Noé et sa famille, se déclare aujourd'hui indifférent à ce système et prêt à admettre tous les miracles, jadis considérés par lui comme *inutiles*, qu'exige l'universalité absolue du déluge ; mais il n'apporte aucun argument nouveau contre mon travail sur la *non-universalité*.

Il n'y a donc plus, ce me semble, qu'à laisser au temps le soin d'éprouver l'hypothèse non-universaliste.

Si l'on considère l'impression produite jusqu'ici par

cette hypothèse, on pourrait bien augurer de son avenir; car, reçue d'abord avec méfiance, elle est maintenant regardée par beaucoup d'hommes compétents comme ayant droit de cité dans l'exégèse.

Je pourrais le prouver dès aujourd'hui par de nombreux et importants témoignages; mais je pense qu'il faut, en pareille matière, se garder soigneusement de tout ce qui ressemblerait à de l'indiscrétion.

Ch. Robert,
prêtre de l'Oratoire de Rennes.

ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE

DE L'AFGHANISTAN

(Suite)

Si les chemins de fer et les voies navigables sont rares en Afghanistan, il n'en est pas de même des routes; elles sillonnent tout le pays. Nous ne nous attarderons pas à en faire la nomenclature. La plupart ont été tracées par les caravanes, moyen de locomotion lent, mais inévitable pour le transport des marchandises, et le pouvoir central ne songe pas à les entretenir et encore moins à les paver.

Parmi toutes ces artères, il en est qui pourront être appelées à jouer un grand rôle : ce sont les routes stratégiques qui ouvrent l'accès du territoire afghan et en permettent l'invasion.

Cette invasion ne pourra guère être tentée qu'au nord et à l'est : au nord par la Russie, à l'est par l'Angleterre. Il peut être intéressant d'exposer en quelques mots, mais en ayant soin d'écarter toute pensée politique, la situation générale des deux grands empires asiatiques, les plus vastes qu'on ait jamais connus.

La Russie a une superficie de 22 622 560 kilomètres

carrés (1) dont 5 millions en Europe, et 103 912 640 habitants. D'après M. Levasseur, cette superficie ne serait que de 21 914 234 kilomètres carrés (2).

La situation des finances n'est pas brillante.

« Le budget de 1887 est de 793 118 046 roubles ou 3 172 472 184 francs de recettes, et 829 676 680 roubles ou 3 318 706 720 francs de dépenses (dont 1200 millions de francs consacrés annuellement à l'armée et à la marine). C'est donc un déficit de 36 558 634 roubles ou 146 234 536 francs, auquel il faut ajouter le budget extraordinaire de 48 414 194 roubles. En 1880, la dette se montait à dix-huit milliards de francs (3), » exigeant, croyons-nous, une dépense annuelle de plus de 250 millions de roubles.

L'empire des tsars est le plus grand de la terre, mais non le plus peuplé. « Ce qui assure à ce corps immense un grand surcroît de force, c'est que tout s'y tient d'un bout à l'autre et qu'aucun de ses membres n'est isolé.

« De la Finlande à la Perse et à l'Oxus, et depuis l'Allemagne jusqu'au détroit de Behring, il occupe du nord au sud 1300 lieues, et de l'ouest à l'est 3450.

« La Russie confine à la Norwège, à la Suède, à l'Allemagne, à l'Autriche, à la Roumanie, à la Turquie, à la Perse, à l'Afghanistan, donc à l'Inde, et à la Chine (4). »

L'empire russe s'étend donc sur tout le nord de l'Europe et de l'Asie. Il a ce grand avantage qu'en étendant ses limites il ne s'affaiblit pas, et qu'il n'a pas à déplacer ses troupes puisqu'il les a sous la main.

Les mers qui baignent ses côtes et où sont groupées ses escadres sont : la mer Blanche et la Baltique, où il n'a rien à craindre : la première est longtemps obstruée par les glaces, la seconde est défendue entre autres par la formidable rade de Kronstadt ; la mer Noire où des flottes

(1) *Almanach de Gotha*, 1887.
(2) *Bulletin de l'Institut international de statistique*. Rome 1886, t. Ier.
(3) Barthélemy Saint-Hilaire. *L'Inde anglaise*, pp. 35, 36.
(4) Barthélemy Saint-Hilaire, *loc. cit.*, pp. 31, 32.

étrangères peuvent venir inquiéter la Russie, et où se dressent Sébastopol et Batoum; et enfin l'océan Pacifique, où Vladivostok, hérissé de puissantes batteries, est malheureusement fermé l'hiver par les glaces.

Sur le papier, l'effectif de guerre de l'armée russe était, au 1er janvier 1885, d'après l'*Invalide russe*, de 4436587 hommes.

Les troupes actives en comptaient 671 227; la réserve, 1 516914; les Cosaques, 158446; l'Opoltchénié ou milice, 2 090000. Il y avait en outre 366354 chevaux et 3876 pièces d'artillerie.

Ces troupes forment dix-neuf corps d'armée, dont deux pour le Caucase, forts de deux et trois divisions d'infanterie, d'une division de cavalerie, de plusieurs batteries d'artillerie, etc.

Une cinquantaine de mille hommes tiennent garnison dans le Turkestan et la Transcaspienne. En 1885, on a créé dans celle-ci, outre un commandement de district territorial à Askabad, trois commandements locaux : Merv, Kahka et Sarakhs, et des milices de cavalerie Turkmène, espèce de cavalerie irrégulière d'un effectif de 300 hommes, mais qui pourra être portée plus tard à 15000.

La marine, destinée à un grand rôle dans les guerres que l'empire aura à entreprendre, compte 3777 officiers et 26000 hommes d'équipage.

Les navires, au nombre de 400 environ, non compris une soixantaine de croiseurs, sont répartis dans quatre stations navales.

La flotte de la Baltique compte 32 cuirassés, 95 torpilleurs et 106 bâtiments divers à vapeur ou à voiles; dans la mer Noire se trouvent réunis 7 cuirassés, 16 torpilleurs et 86 vapeurs armés ou non armés ; la station de la Sibérie a, pensons-nous, une escadre de 12 cuirassés, 10 torpilleurs et 20 navires divers. Enfin la flottille de la Caspienne n'est composée que de 16 vapeurs, dont 12 sont armés.

La population de la Grande-Bretagne et de ses possessions est de 310 192 850 âmes. La superficie des îles Britanniques n'est que de 421 931 kilomètres carrés, mais l'empire *colonial* embrasse, dans les cinq parties du monde, 23 109 887 kilomètres carrés (1); c'est le plus vaste qui ait jamais existé : « l'Espagne, à l'époque de sa plus grande puissance, ne possédait guère que les deux tiers (14 000 000 kilomètres carrés) de l'étendue des pays qui relèvent aujourd'hui de la couronne d'Angleterre... Celle-ci, en effet, domine sur plus d'un sixième de la terre habitable et voit plus d'un cinquième de la population du globe obéir à ses lois.... En effet les cinq parties du monde ont environ 136 000 000 kilomètres carrés (2), et leur population est évaluée à 1430 millions d'âmes (3). »

L'empire colonial britannique étant disséminé sur tout le globe, toutes ses parties sont reliées par des câbles sous-marins ; de plus, comme les distances qui séparent certaines possessions de la mère patrie sont très grandes — les Indes orientales, par exemple, sont à 3000 lieues — il a fallu au prix des plus grands sacrifices, et on y est parvenu avec l'aide de la flotte qui presque toujours a fait triompher le pavillon britannique, il a fallu, disons-nous, maintenir libre l'entrée de quelques mers intérieures et s'assurer des principales routes maritimes. L'Angleterre a d'ailleurs eu soin de jalonner ces routes de points d'appui bien choisis, de pivots stratégiques, généralement des îles, où les paquebots et les transports de la marine peuvent se ravitailler et faire du charbon.

Ses principales colonies sont ses possessions du Niger, de la côte de Guinée, et de l'Afrique méridionale ; le

(1) M. Levasseur. *Loc. cit.*

(2) D'après la *Fisica del Globo* de Boccardo, la superficie totale du globe est de 510 050 000 kilomètres carrés ; 375 000 000 sont couverts par l'Océan.

(3) Dr L. Delgeur. Bulletin de la Société royale de géographie d'Anvers, 1886. *La puissance coloniale anglaise.* — Ajoutons que la dette publique de la Grande-Bretagne est de 711 788 232 livres sterling, soit 17 794 705 800 fr., mais les finances sont dans un état prospère.

Dominion du Canada; les colonies Australiennes et les Indes orientales (3 millions de kilomètres carrés et 260 millions d'âmes).

Pour maintenir libre l'accès de ces colonies, elle s'est donné un magnifique développement géographique.

Il y a un siècle, on suivait la route du cap de Bonne-Espérance, abandonnée de nos jours à la marine à voiles; et elle possédait la Gambie, Sierra-Leone, etc., l'île de l'Ascension, Sainte-Hélène, le Cap, l'île Maurice.

Une nouvelle route s'ouvre avec le canal de Suez; les étapes anglaises y sont nombreuses et puissantes : Gibraltar, surnommé le nid d'aigle, qui ferme la Méditerranée, Malte, l'Égypte même, pouvons-nous dire, l'île de Périm, Aden à l'entrée de la mer Rouge, et la côte arabique jusqu'à Mascate; en face, quelques points de la côte africaine depuis Tadjourah jusqu'au cap Guardafui, enfin l'île de Socotora.

S'agit-il de passer de l'océan Indien dans les mers de Chine et dans le Pacifique, la flotte a des points d'appui à l'île de Penang, à Singapour, à huit jours de Calcutta, à treize jours de Bombay, à l'île de Labouan, et surtout à Hong-Kong, puissante station dans les eaux chinoises.

Au cas où la route de Suez, dont le parcours exige de 22 à 24 jours, viendrait à faire défaut, la Grande-Bretagne en a ouvert une autre par le Canada. Elle est plus longue, il est vrai, mais très sûre et permettra non seulement l'envoi de secours dans l'Inde, mais aussi une diversion énergique sur les côtes de la Chine et de la Mandchourie russe.

Le trajet dure de 11 à 15 jours de Liverpool à Vancouver, sur le Pacifique. De ce point jusqu'à Yokohama, l'*Abyssinie*, le premier steamer qui ait fait le trajet, a mis 13 jours et 14 heures; mais le capitaine croit qu'on pourra le faire en 10 jours (1). Il faudra 25 jours pour

(1) *Times*, 15 juin 1887.

aller de Vancouver à Calcutta (1). On mettra donc 25 jours au maximum pour se rendre des îles Britanniques au Japon, et 40 jours pour atteindre les Indes orientales.

Comme une puissance étrangère s'approche de l'Inde par de patientes étapes et surtout au moyen des voies ferrées, et qu'aux luttes maritimes pourraient bien succéder les luttes de terre ferme, l'Angleterre ne cesse de prendre des mesures défensives pour la sauvegarde de cette possession : négociations avec la Russie au sujet de l'Afghanistan; guerres avec ce dernier pays en 1839, 1842, 1879 (2); organisation d'un puissant système défensif à la frontière nord-ouest de l'empire : camp retranché de Pechawer avec ceinture de forts détachés; le long de la frontière une ligne de petits postes : Djamroud, Bannu, Kohat, Mackeson, Dera-Ismaïl-Khan, Dera-Ghazi-Khan, Jacobabad, presque tous reliés par une bonne route militaire; les places fortes d'Attock, de Lahore, de Firouzpour, de Landianah et le camp retranché d'Ambala; puis construction de routes et de chemins de fer stratégiques : lignes de l'Indus, de Pechawer et de Bolan.

Les fortifications sont défendues par des soldats indigènes et des soldats anglais venus de la métropole.

L'armée régulière anglaise comprend 220063 hommes, dont 70000 aux Indes, et 24293 chevaux; la réserve, première et deuxième classes, est de 57146 soldats; la milice (y compris la yeomanry) se compose de 150299 hommes et 14100 chevaux; enfin on compte 252238 volontaires avec 500 chevaux. Ce qui donne pour l'effectif des troupes européennes 679746 hommes et 38893 chevaux. Il y a en outre en Irlande un corps de police armé et organisé militairement, fort de 13000 hommes et 400 chevaux (3).

(1) Vambery. *Quaterly Review*, 1887, pp. 140 et seqq.

(2) Cette guerre a coûté à l'Angleterre plusieurs milliers d'hommes et vingt millions de livres sterling (500000000 fr.). „ Vambery. *La lutte future etc.*, p. 17.

(3) *Almanach de Gotha*, 1887, p. 77.

La plupart des colonies britanniques ont leurs forces propres : milice et corps de volontaires. Parmi ces forces coloniales, la plus importante est celle de l'Inde. Elle comprend des troupes régulières actives, une réserve et des troupes auxiliaires.

L'armée indigène active, qui fit dernièrement ses preuves en Égypte, compte 127 810 hommes encadrés par 1750 officiers anglais et 2527 officiers indigènes, et 24 060 chevaux, bœufs et éléphants ; le tout réparti en trois grandes armées correspondant aux trois présidences de l'Inde : Bengale, Madras et Bombay. Les troupes auxiliaires sont constituées par un corps de 10 000 volontaires indiens ; par la police, soit 190 000 hommes (1); 3000 sont montés et un tiers est armé de fusils ; par les armées des princes feudataires fortes de 380 000 hommes environ ; il n'y a guère à compter sur elles, car, sauf les 15 000 soldats du maharadjah de Gwalior et les 45 000 du Nizam de Hyderabad, ce ne sont que des bandes mal équipées, mal armées, fort peu disciplinées, mais que l'Angleterre s'efforce de faire exercer par des instructeurs européens ; enfin par les forces des états indépendants de la frontière, tels que le Népâl, qui a 100 000 hommes et a secondé les Anglais en 1857 lors de la révolte des cipayes.

Le total des forces de l'Inde est de 734 510 hommes, mais on ne pourrait guère compter que sur une armée de campagne de 100 000 à 150 000 soldats.

La flotte anglaise est la plus puissante de l'univers ; mais elle est absolument nécessaire à la Grande-Bretagne, à raison de sa situation et de ses nombreuses et riches colonies.

Le personnel pour le service de la flotte, officiers compris, est de 83 790 matelots, mousses, soldats de marine, volontaires, etc. ; de plus 25 491 hommes sont employés aux hôpitaux, chantiers, dépôts de vivres, etc. (2).

(1) *Almanach de Gotha*, 1887.
(2) *Almanach de Gotha*, 1887.

Les arsenaux maritimes sont au nombre de 23, dont 15 à l'extérieur.

La flotte se composait, en octobre 1886, de 369 bâtiments à vapeur : 64 cuirassés, 26 croiseurs en acier partiellement blindés (1), 279 navires à vapeur non blindés ; et de 171 bâtiments divers : 33 navires à voiles, 74 vaisseaux stationnaires et 64 navires servant de pontons, de dépôts de charbon, etc. (2).

Nous ne pouvons oublier une flottille de torpilleurs, 100 bateaux de première classe et 50 de deuxième classe (3).

De ce nombre il n'y a que 256 navires en activité ; ils sont répartis sur la surface du globe entre neuf stations navales : la station de la Grande-Bretagne, puis la station de la Méditerranée et de la mer Rouge ; de l'Amérique septentrionale et des Indes occidentales ; celle de la côte sud-est de l'Amérique (c'est la moins importante) ; la station du Pacifique (île Vancouver), celle des mers de Chine ; les Indes orientales ; l'Australie ; enfin le cap de Bonne-Espérance et la côte occidentale d'Afrique.

L'empire anglo-indien peut envahir l'Afghanistan par plusieurs brèches d'un accès relativement facile. En partant du nord, ce sont les défilés de Kaïber, Korum, Gomul, Sakhi-Sarwar, et Bolan.

Il existe d'autres passages, mais ils ne sont pas praticables aux armées traînant après elles leur parc et leur matériel. L'Anglais connaît la valeur offensive et défensive de ces routes stratégiques, mais Dieu sait au prix de quels sacrifices ! Chaque invasion du territoire afghan a été marquée en effet par le massacre d'une phalange de braves, dont les parois granitiques du Kourd-Caboul, du

(1) Il paraîtrait qu'il entre dans le plan de mobilisation de la marine d'utiliser environ 250 steamers de la marine marchande.

(2) *Almanach de Gotha*, 1887.

(3) *Almanach de Gotha*, 1887.

Kaïber et du Bolan-Pass gardent les noms et attestent les exploits.

De toutes les voies ouvrant accès à l'Afghanistan, la passe du Kaïber est la plus célèbre. Les Anglais l'appellent « Porte de fer ».

La route s'amorce à Pechawer. Obligée de s'écarter de la rivière à cause des rochers qui la bordent, elle n'aboutit à Caboul qu'après avoir traversé un pays fort sauvage.

Il y a 12 kilomètres de Pechawer — 355 mètres d'altitude — à Djamroud — 502 mètres — où la voie se bifurque. L'embranchement méridional, le Julogi, quoique flanqué à certains endroits de parois hautes de 445 mètres, est néanmoins le plus suivi. Il converge avec l'autre artère, le Shadi Bajawaru, près du fort d'Ali-Musjid, qui défend l'entrée de la passe à l'altitude de 740 mètres et est situé à 30 kilomètres à l'ouest de Jamroud, donc à 42 de Pechawer (1).

A deux lieues environ au delà du fort, la route s'élargit et traverse une belle vallée, le Lala-Beg, véritable oasis large de 2400 mètres et longue de 10 kilomètres environ. Puis la voici de nouveau encaissée dans les rochers, qui permettent à peine le passage à deux chameaux marchant de front. Bientôt se dresse, à l'altitude de 750 mètres, le plateau de Lundikana où la route est des plus pénibles. L'artilleur doit démonter ses pièces de gros calibre pour les transporter au delà du plateau. Il suffirait de quelques vaillants défenseurs pour arrêter ici la marche d'une armée.

A partir de ce point, le défilé ne présente plus de difficultés et l'on arrive, après une étape de 12 kilomètres, à Daka, — 428 mètres d'altitude, à 800 mètres du Caboul-Daria (2) — dont le fort ferme l'accès de la passe.

(1) Markham. *Proceedings*, 1879, pp. 41 et seqq.
(2) Markham. *Loc. cit.*

Le Kaïber mesure jusqu'au fort d'Ali-Musjid 35 kilomètres. Il y en a donc 77 jusqu'à Pechawer.

La seconde partie de la route se parcourt sans grandes difficultés. Après avoir suivi quelque temps la rivière, on arrive à Djellalabad — 600 mètres — un des centres les plus importants de l'Afghanistan, puisqu'il commande presque Caboul, la capitale afghane. De Djellalabad on atteint aisément, 50 kilomètres plus loin, Gandamak, où fut signé, en 1879, le traité anglo-afghan. On franchit alors diverses passes, pour s'enfoncer enfin soit dans le défilé de Djagdalak, plus court mais plus dangereux, soit dans le Kourd-Caboul, où l'armée anglaise fut massacrée en 1842. Le Kourd-Caboul — ou le Petit-Caboul — est une gorge fort étroite, longue de 8 kilomètres. Un torrent roule le long du sentier et interrompt parfois la circulation. La sortie de la passe est à 17 kilomètres à l'est de Caboul, situé lui-même à 150 kilomètres de Djellalabad et à 291 de Pechawer.

La route de Pechawer à Caboul est praticable aux chariots sur tout son parcours. Toutefois on ne peut s'aventurer dans le Kaïber en juillet-août, ni en décembre-janvier (1) ; car les deux ruisseaux qui serpentent dans le défilé et se déversent dans le Caboul à Daka et à Pechawer sont alors gonflés par les pluies et acquièrent une impétuosité torrentielle.

Le général sir Edward Hamley — une sommité militaire anglaise, — comparant la valeur stratégique des routes qui empruntent les passes de Gomul, Korum et Kaïber, considérait la dernière comme la plus propre au passage des troupes. Elle est la plus courte, la plus facile, la mieux fournie d'eau — il aurait pu ajouter : de vivres et de fourrages, — et relie directement les points les plus importants : Caboul, Djellalabad et Pechawer, base d'opérations.

(1) Markham. *Loc. cit.*

Cette voie a été suivie maintes fois : dans l'antiquité et au moyen âge, par Alexandre le Grand, Mahmoud le Gaznévide, Tamerlan, le sultan Baber, Nadir Shah ; et dans le courant de ce siècle par les colonnes anglaises : en 1839 par le colonel sir Claude Wade, en 1842 par le général Pollock, et en 1879 par la division du général Browne, qui ne mit que cinq jours pour se rendre de Jamrud à Daka et s'emparer du fort d'Ali-Musjid.

Le plus grand obstacle qui se dresse devant les armées en marche, ce n'est pas le terrain, mais les belliqueuses tribus qui infestent ces parages. A moins de s'assurer de leur stricte neutralité, et on y parvient généralement sans trop de difficulté avec de l'argent, on doit craindre de voir ses lignes de communications coupées de la base d'opérations, et les envois de vivres de Pechawer manquer à l'armée qui aura dépassé le défilé. Il y a donc nécessité pour l'envahisseur de former de puissantes colonnes mobiles.

Si l'on ne veut pas traverser la passe de Kaïber, on peut, plus au sud, emprunter celle de Korum, qui conduit soit à Caboul, soit à Gazni.

Une bonne route, construite par les Anglais, longe au sud la chaîne du Sefid Koh ; elle entre dans la vallée du Korum à Thal, où le général Roberts réunit, en 1878, la colonne placée sous son commandement. Thal, quoique fort rapproché de la frontière afghano-indienne, peut servir de base d'opérations à une armée ; il est le point de concentration désigné des forces réunies à Kohat (1) et à Bannu, villes auxquelles il est relié par des chaussées de 106 et de 65 kilomètres.

Après une marche aisée de 80 kilomètres, on arrive au fort de Korum — 1830 mètres — d'où l'on se dirige, par une montée assez ardue, vers le col de Païwar, distant

(1) Kohat est à 55 kilomètres de Pechawer.

d'environ six lieues, à l'altitude de 2450 mètres. Du Païwar on descend vers le village d'Ali-Khel, situé dans une vallée où les approvisionnements sont abondants. On commence ici une nouvelle ascension de 60 kilomètres environ, pour franchir un contrefort méridional du Sefid Koh par le seuil de Choutar-Gardan — *Cou de chameau* — situé à 3595 mètres, par 33° 56′ 30″ lat. N et 69° 24′ 50″ long. E Gr., et envahi par les neiges six mois de l'année. Au sortir de la passe, la route se bifurque pour se diriger d'un côté vers Gazni, et de l'autre, par une pente longue et raide, dans la vallée du Logar, qui la mène à Caboul.

De Caboul, on compte 110 kilomètres jusqu'au Choutar-Gardan, 310 jusqu'à Thal, 416 jusqu'à Kohat et enfin 471 jusqu'à Pechawer.

La route de Korum, qui suit jusqu'au fort de Korum une vallée fertile et productive, semble l'emporter en importance stratégique sur celle de Kaïber, à cause du caractère pacifique des habitants, et parce qu'elle permet à l'envahisseur d'être maître, à son arrivée dans la vallée du Logar, de la route de Gazni à Caboul et d'empêcher toute communication avec Candahar et le sud du pays afghan. Mais elle a le grand inconvénient d'offrir, pendant une bonne partie de l'année, des obstacles invincibles dans le Choutar-Gardan et d'astreindre les colonnes à une marche beaucoup plus longue. Le temps est un des facteurs qu'il faut le plus ménager à la guerre, surtout dans un pays où la marche des troupes, entravée par les obstacles de la nature, l'est encore davantage par les difficultés du ravitaillement.

A 100 kilomètres au sud du Kaïber, se trouve la brèche de Gomul. Elle donne passage à la route stratégique la moins importante de celles qui relient l'Inde au pays afghan.

De Dera-Ismaïl-Khan, station militaire située sur l'Indus, la voie se dirige sur Mandjidjar, au pied du Soulaïman-Dagh et à 75 kilomètres du fleuve. Puis on marche pendant

7 à 8 heures dans une suite de défilés fort sinueux ; vivres et fourrages ne sont guère abondants en ce point et sur le parcours des cent premiers kilomètres. A Damandar, 32° lat. N et 69° 20′ long. E Gr., la route se bifurque, pour aboutir, d'un côté, à travers une région fort inhospitalière, sur les rives de l'Argesan et par là à Candahar, et de l'autre, après avoir franchi diverses arêtes du Soulaïman-Dagh occidental, pénétrer, par la passe de Sargo, dans le bassin de l'Abistada. On suit quelque temps la vallée de Gazni par laquelle on rejoint le village de Nani, situé sur la route de Candahar à Caboul, à 2260 mètres d'altitude, à 18 kilomètres de Gazni et à 350 environ de Mandjidjar. Depuis Dera-Ismaïl-Khan, c'est donc une marche ascendante de 443 kilomètres.

Depuis peu les Anglais s'occupent de la construction d'une nouvelle route stratégique. Elle reliera Dera-Ghazi-Khan à la plaine de Pishin, donc à l'Afghanistan méridional, en franchissant la passe de Sakhi-Sarwar, 30° lat. N et 70° 10′ long. E Gr., et en suivant, sur une bonne partie de son parcours, la fertile vallée de Boraï, où abondent l'eau, le fourrage, le combustible.

Les travaux ne présentent pas de difficultés sérieuses, sauf pendant les 50 à 60 premiers kilomètres, où l'on traverse une région montagneuse et ravinée.

La *Kœlnische Zeitung* (1) nous apprend que les travaux s'exécutent sous la direction d'un Allemand, le baron de Bibra. Il a pris pour type les fameuses routes alpines en Autriche. On peut espérer que le tronçon de 16 kilomètres par lequel on franchira le Soulaïman-Dagh oriental sera terminé à l'automne prochain. La rampe sera de 1006 mètres sur une distance de 5633 mètres, soit $0^{m},18$ par mètre. L'altitude la plus élevée de la route est de 1585 mètres, les hauteurs environnantes mesurent 2134

(1) Voir *Gazette géographique* du 7 juillet 1887.

mètres. La sûreté des communications sera garantie par une milice. Voilà dix ans, ajoute la *Gazette de Cologne*, qu'on a envoyé s'établir dans la contrée des détachements de troupes sûres ; elles avaient mission d'accompagner les caravanes, de poursuivre les brigands, etc., en échange des lots de terrain, des armes et des objets d'équipement qu'on leur accordait. Ces milices ne comptaient que 500 hommes, mais on espère y enrôler toute la population mâle depuis Pechawer jusqu'au Sindh. Grâce à cette force armée, dont tous les membres sont devenus sédentaires, les défilés des montagnes sont au moins aussi sûrs que les grandes routes de l'Hindoustan.

La route de Sakhi-Sarwar, qui est large et praticable à l'artillerie légère, est la voie la meilleure et la plus directe de Moultan à Candahar (1).

Il nous reste à examiner la dernière route stratégique que peuvent suivre les colonnes anglaises dans leur mouvement d'invasion : Shikarpour-Quettah-Candahar. Nous avons vu (2) qu'un chemin de fer reliera prochainement l'Indus à Candahar et que la voie ferrée est arrivée au pied du Khodja-Amran. Les Anglais n'auront donc plus à craindre de catastrophe semblable à celle de 1879. Tous les chameaux de l'expédition et la majeure partie des bœufs, dont les sabots étaient abîmés par le tranchant des cailloux de la voie, périrent dans la passe de Bolan. Ce défilé, vraie crevasse dans un massif de montagnes, mesure 58 kilomètres, que les Anglais ne franchirent en 1839 qu'en six jours et au prix des plus grandes fatigues. La passe aboutit à Quettah, 1650 mètres d'altitude, à 4 lieues de la frontière afghano-beloutche, à 3200 kilomètres de Calcutta. Depuis 1876 cette ville est occupée par les Anglais, qui l'ont dotée d'une garnison permanente et l'ont fortifiée comme une redoute préposée à la garde

(1) Markham. *Proceedings*, 1879, p. 55.
(2) *Revue des questions scientifiques*, juillet 1887, p. 146.

d'une voie stratégique on ne peut plus importante, et destinée à recevoir le premier choc d'une invasion afghane ou étrangère. De Candahar, considérée par le général Hamley comme le point stratégique le plus indispensable pour la défense permanente de l'Inde, l'armée d'invasion peut marcher sur Hérat ou sur Caboul.

La route de Hérat franchit l'Argand-ab, puis l'Hilmend, à Girischk, où elle se bifurque. L'embranchement oriental, le plus court — il a 350 kilomètres — passe par Waschir et Iar Mohammed, villages situés dans une contrée stérile et montagneuse ; le long de l'embranchement occidental, qui serpente en pays fertile sur un parcours de 425 kilomètres, se trouvent Bakwa, Farah, Sebzawar et Seraï, où se fait la rencontre des deux artères. De Seraï la route se dirige sur Hérat, où elle aboutit sans avoir traversé aucune place importante. Sa longueur moyenne est de 600 kilomètres environ.

Si l'on se porte de Candahar (1058 mètres d'altitude) à Caboul (1950 mètres), on fait la première partie de la route sans rencontrer de difficultés sérieuses ; on suit jusqu'à Oba la vallée de Tarnak, en passant par Kelat-i-Ghilzaï, puissant fort taillé dans le roc, à l'altitude de 1750 mètres, à 143 kilomètres de Candahar et 231 de Gazni.

D'Oba on se dirige sans obstacle sur Gazni (2356 mètres), distant de Candahar de 375 kilomètres.

La deuxième partie de l'itinéraire est plus pénible. A quelques lieues de Gazni on franchit la brèche de Scher Dahan — *Gueule du lion* — longue de 2000 à 3000 mètres et bloquée par les neiges de décembre en février. A partir de ce point la descente est continue. Arrivé à Vakia, on a le choix entre deux itinéraires : suivre la ligne directe Sirtup, Maïdan, Argendi, ou bien descendre dans la vallée du Logar ; par l'un et l'autre on arrive à Caboul, après un parcours de 510 kilomètres.

Quel usage l'Angleterre fera-t-elle de ces lignes stratégiques ? Si elle doit prendre le parti de l'émir contre une puissance étrangère, mettons la Russie, elle dirigera ses troupes par la voie ferrée de Bolan sur l'importante place de Quettah, qui deviendra sa base d'opérations. Nous avons fait ressortir la valeur de Quettah. Située dans un pays très fertile, où l'armée pourra s'approvisionner, elle a le grand avantage d'être au pouvoir absolu des Anglais et de commander, avec Candahar, tout l'Afghanistan méridional.

S'agit-il au contraire d'une lutte armée contre le gouvernement afghan, l'armée anglaise marchera sans doute sur deux colonnes, fort éloignées l'une de l'autre il faut l'avouer. La colonne de gauche se dirigera sur Candahar, où la victoire lui sera facile ; la colonne de droite, prenant pour base d'opérations le camp retranché de Pechawer, se portera, par le Kaïber, sur la capitale afghane. En 1879, une colonne avait été lancée aussi par la passe de Korum. La presse militaire allemande n'a pas ménagé ses critiques à ce sujet ; parce que, en ce cas, les deux expéditions ne peuvent se prêter aucun appui. Il est donc permis de supposer que les Anglais ne recommenceront plus l'expérience.

Par le Kaïber, l'action sera plus rude, mais le résultat ne peut être douteux. Il semble en effet qu'il y a ici une question de vie ou de mort pour l'avenir de la puissance britannique aux Indes ; le gouvernement ne peut manquer de jeter dans la balance toute l'énergie, la ténacité et la puissance offensive dont il est capable, et ce sera le gage assuré d'une victoire complète et définitive.

Regardons maintenant par delà l'Hindou-Kouch, et voyons si l'armée russe est aussi bien partagée que sa rivale, sous le rapport des voies stratégiques menant au cœur du pays afghan.

Deux routes, permettant d'atteindre Caboul, sont ouver-

tes à la Russie dans le Turkestan. A l'est, celle du Pamir. La route part de la province de Ferghanah, franchit la chaîne de l'Alaï et se dirige, à travers une suite de montagnes, vers le célèbre plateau. Jusqu'à l'Hindou-Kouch le parcours est de 288 kilomètres.

Le Pamir communique avec l'Afghanistan et avec l'Inde par plusieurs itinéraires. Ou bien on franchit la passe d'Iskashim, 2468 mètres, pour déboucher par le défilé de Nuksan, dans la vallée de Chitral — cette route n'est pas favorable ; — ou bien on traverse le seuil herbeux de Baroghil, qui permet d'arriver à l'Indus par le Kunar et le Caboul, ce qui est la voie la plus directe et la plus facile selon sir Henry Rawlinson, et aussi par le Darkott Pass, Yassin, 2372 mètres, et Gilgit (1).

Yassin est à 64 kilomètres du Darkott Pass et à 130 kilomètres du Baroghil.

La pente de ces diverses routes n'est pas excessive.

Si une pareille expédition réussissait, l'Angleterre serait surprise par son côté le plus vulnérable. Mais, comme le dit Vambery, l'histoire n'offre aucun exemple d'une pareille marche (2). Cela se comprend : la route, d'une hauteur moyenne de 3200 à 4000 mètres, ne paraît pas très praticable tant à cause des mouvements du terrain, dont le défenseur pourra tirer le plus grand parti, que par suite des rigueurs de l'hiver, des embarras des neiges, fort abondantes de septembre à fin de mars, et de la raréfaction de l'air sur les hauts plateaux qui rend des plus pénibles la respiration et la marche. Le Pandit ou *lettré hindou* Faiz-Baksh, qui explora en 1872-73 les régions pamiriennes, dit à ce sujet (3) : « J'ai trente-quatre ans, et mon pouls donnait sur un des sommets du plateau quatre-vingt-neuf pulsations par minute. Un de mes compagnons, âgé de vingt-sept ans, fut pris de fièvre. Sa respiration devint

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, avril 1887, p. 487.
(2) *La lutte future pour la possession de l'Inde*, p. 190.
(3) Proceedings, 1872. *Papers connected with the Upper Oxus regions.*

impossible, son pouls marquait quatre-vingt-dix-neuf pulsations par minute. Les personnes de faible constitution perdent du sang par le nez. » Ajoutons néanmoins que la raréfaction de l'air ne devient guère compromettante qu'à l'altitude de 16 000 pieds ou 4876 mètres et au delà (1).

Le plus grand obstacle à la marche d'une armée dans ces pays, d'apparence peu fertile, est sans doute le ravitaillement. Le major-général Biddulph, membre de la mission de sir Douglas Forsyth, envoyée en 1872-73 près du khan de Kachgarie, dut prendre avec lui du froment pour toute la durée du voyage, et du bois de chauffage pour sept jours, à cause du manque de combustible.

Tout ceci doit donner à réfléchir et n'est guère plus tentant pour les voyageurs isolés que pour les colonnes expéditionnaires.

Est-ce donc à dire que le Pamir soit inabordable ?

Gardons-nous de cette exagération.

Biddulph déclare que « le plateau pourrait être aisément franchi par les canons, quoique de toutes parts ses approches soient des plus difficiles ; l'artillerie pourrait même descendre dans la plaine du nord-est par les pics de Tagharma et de Kizil-Art ».

Mais, comme s'il craignait que son témoignage pût engager la puissance rivale à tenter l'aventure, notre voyageur ajoute que les Russes ne pourraient cependant suivre ces routes. On ne saurait, d'après lui, trop se persuader que les habitants de cette région sont très dévoués aux intérêts britanniques.

Cela ressemble quelque peu à un plaidoyer *pro domo*. Mais l'opinion du major-général Biddulph paraît trouver sa confirmation dans le dernier voyage de M. Ney Elias, dont rendent sommairement compte, sous la signature de sir Henry Rawlinson, les *Proceedings* de la Société de géographie de Londres (2).

(1) *Le Caucase* (journal russe), 1885.
(2) *Proceedings*, 1887, p. 70.

M. Ney Elias, parti en mission du Ladakh pour la Chine, s'est dirigé sur Yangi-Hissar, d'où il a parcouru 580 kilomètres jusqu'au district pamirien de Chignan. Il y a quelque temps déjà, le major Trotter avait signalé cette route aux géographes, et sir Henry Rawlinson avait insinué alors que ce pouvait être la route commerciale suivie par les caravanes de l'antiquité pour se rendre de la Bactriane aux confins de l'empire chinois.

Il paraît établi maintenant que c'est l'itinéraire du célèbre pèlerin bouddhiste Hiouen-Thsang, et qu'au dernier siècle c'était une route militaire. M. Ney Elias a découvert en effet, sur les bords du petit Kara-Kul et sur ceux du Yeshil-Kul, des indices du passage des troupes chinoises, lancées en 1759 jusqu'aux limites du Badakchan à la poursuite des bandes khojas.

Quoique ce voyage, source de progrès importants pour la carte du Pamir dressée récemment par les topographes russes (1), semble toute une révélation, nous croyons cependant, avec le major-général sir Henry Rawlinson, que ce n'est pas du côté du Pamir qu'est le danger pour l'Afghanistan et pour l'Angleterre (2).

A moins toutefois que la Russie ne parvienne à contourner le plateau par l'est. Il paraîtrait résulter d'un voyage du capitaine russe Grombtchevski qu'il existe là une route fort praticable (3). M. Bonvalot a pu prendre connaissance du récit de cette expédition dirigée vers le Turkestan chinois. On y trouve des renseignements importants sur les forces chinoises préposées à la garde des forteresses, comme aussi le relevé des routes qui mènent de Kachgar aux Indes et du Ferghanah au Kaschmir par le plateau de Pamir.

(1) *Proceedings*, 1887, p. 70.
(2) *England and Russia in the East.*
(3) *Compte rendu des séances de la Société de géographie.* Paris, juin 1887, p. 352.

Comme les renseignements précis font défaut pour apprécier la valeur stratégique de cette route, abordons sans tarder l'étude de celle qui s'appuie à Samarcande, l'opulente capitale de Tamerlan.

La route de Samarcande à Caboul est importante. Elle pénètre en Boukharie où elle passe à Schir-Abad et Derbent, pour aboutir à l'Amou-Daria. De Samarcande à ces trois points on compte 60, 130 et 220 verstes.

De l'Oxus la Russie peut atteindre Balk et Kulm, et, de cette dernière ville, Kunduz, Faizabad ou Sarhadd, toutes places reliées par une bonne route. Chacune de ces villes commande en quelque sorte une des principales passes de l'Hindou-Kouch ; Sarhadd est relié au Baroghil et Faizabad à la Nuksan-Pass, trop difficile à franchir pour une armée à cause des neiges; nous connaissons déjà ces deux passes.

De Kunduz la route court vers Ghori, où elle se bifurque et franchit l'Hindou-Kouch aux passes de Kawak, 4025 mètres, et de Parwan, 3350 mètres. Les deux embranchements convergent à Charikar. Les passes de Kawak et de Parwan sont praticables à l'artillerie, et donnent accès dans la fertile plaine de Daman-i-Koh. Elles sont habitées par des tribus tadjikes, dont les instincts turbulents ne sont pas de nature à rassurer les voyageurs. Plus redoutables que les hauteurs de l'Hindou-Kouch, elles constituent une barrière presque invincible.

Enfin, en partant de Balk, on se dirige soit sur Meïmené et Hérat, soit sur Kulm ; cette dernière place est le centre stratégique le plus important de la région, car elle ne commande pas seulement le chemin de Caboul, mais aussi celui qui conduit à Kunduz, à Faizabad et au Pamir.

La route, fort bonne jusqu'à Kulm, présente, à partir de ce point, les allures d'un chemin de montagne. Elle serpente au bord de la rivière de Kulm et arrive, par une succession de gorges, à Bamian, où passa, en 1214, le fameux Genghis-Khan.

A la passe de Bamian succède d'abord celle de Hadjikak — 3710 mètres — située à 170 kilomètres de Kulm et fermée par les neiges comme le Kawak et le Parwan, quatre mois sur douze, soit de décembre en avril (1); puis le défilé d'Uniah, dans la chaîne des monts Pagman; il est long de 8000 mètres ; son altitude est supérieure de 1500 mètres à celle de Caboul, qu'on atteint par un chemin facile, quoique pierreux. Bien que la montée soit difficile en hiver à cause des neiges, cette route n'en est pas moins praticable à l'artillerie. C'est la grande route commerciale entre l'Inde, Caboul, le Turkestan et l'Asie centrale. Son exacte topographie n'a pas échappé à la vigilance des Russes.

De Samarcande à Caboul, le trajet est de huit cents kilomètres environ.

Les routes de la Turkménie et de la Transcaspie sont au moins aussi importantes que celles du Turkestan.

La route de la Turkménie part de Merv, base d'opérations. Après avoir suivi les rives du Mourghab et traversé Ak-Tépé —450 mètres— au confluent du Kouschk, elle longe ce dernier cours d'eau, passe à Kouschk, à Kaleï-Mor et à Tchemeni-Bid, 35° 27′ 31″ lat. N et 60° 2′ lat. E de Paris (2). A partir de ce point, on a le choix entre deux chemins. On peut continuer à remonter le Kouschk, en passant par Kara-Tépé, puis gravir l'Hindou-Kouch à la passe d'Ardevan, d'où l'on arrive à Hérat, distant de Merv de 350 kilomètres. C'était autrefois la grande route des caravanes ; ce n'est plus aujourd'hui qu'un sentier (3). L'autre artère court le long de l'Egri-Gueuk jusqu'à Kehriz-Soumé, où elle rejoint la route d'Ak-Robat à Gourlen. Cette route est plus longue ; mais elle permet d'éviter ce chaînon du Sefid Koh, voisin des sources du Kouschk,

(1) Capitaine Holdich. *Journal Royal United Service Institution.* London.
(2) Capitaine Guédéonow. *Revue de Géographie.* Paris, août 1887, p. 145.
(3) Lessar. *The Scottisch Geographical Magazine.*

dont l'ascension effraya plusieurs explorateurs et leur fit proclamer l'absence de toute route carrossable reliant Merv et Hérat.

A la Caspienne s'amorcent deux routes d'inégale importance. La route de terre court à travers le territoire persan ; elle part du village de Ghez, traverse Astrabad, Chakroud, Sebzawar, Meched, capitale du Khorassan, et aboutit à Hérat, en passant par Kushan et Ghurian. Hérat, Meched et Astrabad sont distants de la Caspienne de 920, 550 et 67 kilomètres.

Cette route entraînera une succession d'étapes trop longues et trop pénibles. La voie ferrée qui court le long des montagnes du nord de la Perse est beaucoup plus favorable à la marche d'une armée.

Parti de la Caspienne, où il est en communication avec le Caucase et la Russie d'Europe par Bakou, Batoum et Odessa, ce chemin de fer est arrivé, nous l'avons vu précédemment, jusqu'à Douchak, d'où il remonte vers Merv et vers l'Oxus. De Douchak, à 620 kilomètres d'Ousoun-Adan, la voie doit relier Sarakhs et Hérat. Pour le moment une armée, concentrée à Douchak, devra donc avancer par étapes. On compte 46 kilomètres jusqu'à Meana et 122 jusqu'à Sarakhs. De Sarakhs jusqu'à Hérat, la route est ouverte aux Russes. Nous reconnaissons que le major Holdich (1) fait de cette région une peinture peu attrayante. Elle ressemblerait à une *vaste mer* de sable violemment agitée par le passage d'un *torrent*, et l'on aurait à gravir là, au milieu de gorges et de ravins, des hauteurs dépassant le niveau des vallées de 60 à 200 mètres.

Mais M. Lessar, qui parcourut le pays en 1882 et en 1884, infirme un peu ce témoignage. Il y a là des collines qui n'ont rien de bien terrible, une région où la construction de routes carrossables, voire même de voies ferrées, est facile, une belle trouée enfin ouverte aux Russes

(1) *Proceedings*, 1885, p. 278.

et qui remplace la barrière infranchissable destinée à briser leur élan, que créa de toutes pièces, dit Ch. Marvin, soit l'ignorance, soit la mauvaise foi de topographes officieux attachés aux missions scientifiques.

Revenons à Sarakhs. En partant de cette ville, on passe à Daoulet-Abad, à Noourouz-Abad et à Chir-Tépé ; c'est un trajet de 48 kilomètres. Après deux nouvelles étapes de 33 et de 22 kilomètres, on arrive à Adam-Oulen et à Koungréli, d'où partent vers l'Afghanistan deux routes praticables en tous temps (1).

Celle de l'ouest passe à Kizil-Boulak, situé à 8 lieues de Koungréli et relié à Zulficar (S-O de la passe; 35° 34′ 19″ lat. N et 58° 57′ long. E de Paris) (2) par un chemin traversant Kehriz-Ilias ; elle va gravir les monts Borkhout par la passe de Khumbou. La montée vers cette brèche est faible ; il suffira de quelques terrassements pour ouvrir ici une excellente route pour voitures ; quant à la descente vers Kushan, soit 50 kilomètres, elle est fort aisée ; on voyage presque en terrain plat. On arrive finalement à Hérat, en passant par Ghurian. Il y a 100 kilomètres jusqu'à Kushan, 325 jusque Sarakhs et 624 jusque Askabad (3).

La route de l'est, meilleure que la précédente et où se construira fort probablement la voie ferrée, se dirige sur Ak-Robat (35° 28′ 36″ lat. N et 59° 22′ long. E de Paris)(4), à 6 lieues de Koungréli. Ak-Robat est un centre important par l'eau qu'on y trouve et par sa position à l'intersection des routes de Hérat, Zulficar, Sarakhs et Ak-Tépé. A 13 kilomètres d'Ak-Robat, la route passe à Kehriz-Soumé, suit, pendant 35 kilomètres, les rives du Gourlen, traverse la ville du même nom, et franchit, à 22 kilomètres au delà de ce point, la passe de Karouan-

(1) Lessar. *The Scottisch Geographical Magazine.*
(2) Capitaine Guédéonow. *Revue de Géographie.* Paris, août 1887, p. 145.
(3) Lessar. *Loc. cit.*
(4) Capitaine Guédéonow. *Loc. cit.*

Aschan, plus basse de 90 mètres que le défilé de Khumbou. Au delà de la brèche la route se bifurque et court, soit sur Kushan, soit sur Chekivan et Hérat distant d'Ak-Rabat de 130 kilomètres. La route de l'est est plus courte que la précédente ; on compte jusque Sarakhs 265 kilomètres environ.

De l'Héri-Rud au Pamir, la Russie confine à l'Afghanistan septentrional. Nous savons aussi que diverses routes lui sont ouvertes vers la frontière de ce pays ; elle a le choix de son point de départ, et peut menacer soit Hérat, soit les khanats du Turkestan afghan, soit Caboul. Quel parti prendra-t-elle ?

Les lignes d'invasion russes s'appuient à deux bases d'opération (1) ; l'une comprend Samarcande et la chaîne qui s'étend à l'est ; l'autre est constituée par le Caucase.

Nous croyons que la Russie ne songe guère à utiliser les chemins du Pamir, qui laissent trop d'imprévu.

La route de Samarcande à Caboul est évidemment plus sûre. Grâce au Transcaspien, la Russie pourra y concentrer hommes, munitions, approvisionnements, etc. Mais Samarcande est bien éloignée du cœur de l'empire et, si la Russie y est obéie, d'autres sentiments peuvent se faire jour à l'occasion d'une entrée en campagne et entraîner l'immobilisation des troupes qu'on y aurait concentrées. De plus, il y a jusqu'à l'Oxus un trajet de 220 verstes, soit dix jours d'étape. Peut-être cependant parviendra-t-on à compenser ces désavantages.

La Russie s'est emparée depuis peu de Tchardjouï et, dans le courant de cette année, de Kerki (37° 50′ 8″ lat. N et 62° 52′ long. E de Paris) (2), à 42 kilomètres de la frontière afghane ; elle paraît bien résolue à s'emparer de toute la rive droite de l'Oxus. Maîtresse de cette rive, elle pourra y échelonner ses troupes, y créer

(1) Capitaine Holdich.
(2) Capitaine Guédéonow. *Loc. cit.*

des dépôts de vivres et de munitions et faire venir ses renforts jusqu'à Kélif, par la flottille cuirassée de l'Amou-Daria. Dans ces conditions, il ne sera plus nécessaire de partir de Samarcande, et l'on pourra envahir le Turkestan afghan avec des troupes qui n'auront pas encore subi les fatigues d'une série d'étapes.

De l'Oxus à l'Hindou-Kouch, la distance n'est pas très grande. Mais les Afghans détiennent, depuis le traité de 1873, la rive gauche du fleuve, donc aussi Balk, Kulm, en un mot les diverses villes qui commandent les couloirs donnant accès aux massifs de l'Hindou-Kouch.

Il faudra commencer par soumettre — et on le fera, croyons-nous, sans difficulté — les khanats du Turkestan pour ne pas être inquiété en flanc ou sur ses derrières; mais, cette longue ligne de places conquise, on sera obligé de gravir la chaîne de l'Hindou-Kouch, de franchir les passes où la défense a des ressources très sérieuses, et de pénétrer dans le Daman-i-Koh, où l'indigène sait se défendre, pour se présenter finalement devant Caboul, distant de Balk de 565 kilomètres et au pouvoir des Afghans et des Anglais.

Que de difficultés, que d'aléa au cours de cette campagne! Elle n'est point de celles que doit envier un général d'armée. Il est vrai, elle n'est peut-être destinée qu'à permettre une diversion pour immobiliser l'armée de Caboul, qui pourrait se porter soit au secours de Hérat, soit contre une armée russe marchant sur Candahar, tandis que la ligne principale d'invasion, ligne solide celle-là, serait à l'ouest, dans cette Transcaspie, qui a déjà englouti tant d'argent et de vies humaines.

La route de la Transcaspie court au nord de la Perse et aboutit à Hérat.

Cette route est plus facile et plus sûre que toutes les autres. S'il suffisait d'arguments historiques pour montrer son importance stratégique, le passé nous édifierait

aussitôt. En effet, elle a été suivie par tous les anciens conquérants de l'Inde, depuis Alexandre le Grand, jusqu'à Tamerlan et Nadir-Shah, qui n'hésitèrent pas à négliger pour elle les routes de l'Hindou-Kouch donnant accès à Caboul. Elle devait aussi, au commencement de ce siècle, être empruntée par les armées alliées des empereurs Paul Ier et Napoléon.

De nos jours ses avantages stratégiques ont considérablement augmenté; c'est qu'on y a créé une excellente voie ferrée, qui permettra à la Russie d'approvisionner ses magasins en temps de paix et de recevoir en temps de guerre, par une voie rapide, tous les renforts en hommes, en munitions et en matériel de guerre qu'exigeront les circonstances. En effet, la ligne est reliée par la Caspienne et la mer Noire à la Russie d'Europe et s'appuie sur le Caucase, une base d'opérations, unique peut-on dire, entièrement soumise aux Russes, qui n'ont rien négligé pour faire de cette forteresse naturelle un sérieux boulevard.

Quant à la partie de la route qui relie Douchak à Sarakhs et à Hérat, on sait qu'elle n'a rien de dangereux; elle permet à l'envahisseur d'étendre, sans inconvénient, son front stratégique.

Disons en passant que le défilé de Zulficar, autour duquel s'est fait tant de bruit depuis bientôt trois ans, n'est pas l'avantageuse position qu'on croyait, et encore moins la clef de Hérat. Situé sur la rive droite de l'Héri-Rud et formé de deux chaînes de montagnes parallèles, entre lesquelles serpente une route, ce défilé peut être tourné par le territoire persan et par le territoire russe en passant par Adam-Oulen, Koungréli et Ak-Robat.

La route de la Transcaspienne a aussi le grand avantage d'être très sûre. Chez elle, la Russie a su se faire aimer de ses nouveaux sujets; les tribus soumises sont heureuses du changement qui s'est produit dans leur position, et elles ne songeront pas à se révolter; elles

savent, du reste, que des postes armés châtieraient vite les mutins. Quant à ses voisins, quelle crainte la Russie peut-elle en concevoir? La garnison de Merv, renforcée en temps opportun, couvrirait son flanc gauche contre les tentatives des quelques troupes afghanes disséminées dans le Turkestan.

La Perse, de son côté, presque aussi malade que la Turquie, et gravitant dans l'orbite moscovite, n'aura point de velléités de révolte. Ce serait son anéantissement certain.

Nous devons signaler le seul point où cette longue ligne Odessa-Batoum-Bakou-Ousoun-Ada pourrait donner souci à la Russie : ce point, c'est la mer Noire.

Il sera loisible aux croiseurs ennemis de contrarier les transports de troupes d'Odessa, au cas où la Turquie permettrait le passage des Dardanelles.

La Russie pourrait, il est vrai, y embosser une partie de sa flotte et faire usage de torpilleurs; mais elle trouve ce moyen de défense problématique, et projette le prolongement de la ligne ferrée de Vladikavkaz à Pétrovsk (1) au nord du Caucase. Cette ligne court en territoire russe, et permettra d'éviter la mer Noire jusqu'au jour où celle-ci sera devenue un lac moscovite.

Il ne nous paraît pas douteux que la route qui relie la Caspienne à Hérat est la future ligne d'invasion des Russes. Ce n'est pas sans raison que le major-général sir Henry Rawlinson le disait (2), c'est bien du côté de la Caspienne et de Merv qu'est le danger pour l'Angleterre, « là est le pivot de toute la question d'Orient, et il ne faudrait jamais l'oublier. »

S'il est vrai qu'un pays ne peut être réellement soumis qu'après la prise de sa capitale, les Russes, maîtres de

(1) Vambery.

(2) *England and Russia in the East* " It is the pivot of the whole eastern question, which must never be lost sight of.

Hérat, ne pourront point se borner à la possession de cette ville. Il faudra marcher sur Caboul. La route directe qui relie ces deux places n'est longue que de 600 kilomètres, mais elle n'est pas assez connue ; d'où nécessité pour la Russie de passer par Candahar, où seront fort probablement établis les Anglais. Il y aura une lutte énergique, dont le succès déterminera la prépondérance de l'un des athlètes et lui assurera, sans doute à tout jamais, la possession de l'Afghanistan. On peut croire que la chute de Candahar entraînerait celle de Caboul, que les Anglais et les Afghans auraient la prudence d'abandonner.

Des stratégistes posent en principe que le pays afghan appartiendra à celui qui se sera, le premier, emparé de Hérat. Il nous paraît intéressant d'examiner brièvement qui, de la Russie ou de l'Angleterre, a l'avance sur sa rivale et atteindra le premier le but indiqué.

Nous supposerons : 1° la voie ferrée de Bolan et de la Transcaspienne construite jusqu'à Candahar ou Sarakhs ; 2° la base d'opérations des Russes établie dans le Caucase, celle des Anglais à Sukkur sur l'Indus ; 3° les pays à traverser, la vitesse de marche des troupes et des trains, et la composition des corps d'armée identiques. Du côté des Russes, le parcours jusque Bakou et la traversée de la Caspienne n'exigeront pas deux jours ; les 742 kilomètres, qui séparent Ousoun-Ada de Sarakhs peuvent être franchis, d'après les calculs nullement exagérés du lieutenant-général sir E. Hamley, en 40 heures, mettons même 48 heures, et un corps d'armée, avec ses bagages et ses divers services, sera concentré à Sarakhs en 17 jours (1); enfin il faudra 14 jours pour parcourir les 265 kilomètres de Sarakhs à Hérat.

Les forces russes, parties du Caucase, seront donc devant Hérat en 33 jours ; si elles doivent venir d'Odessa, il leur faudra 35 jours.

(1) Lecture before the Royal United Service Institution. London, may 1884.

Voyons le temps qu'il faudra à l'armée anglo-indienne. De Sukkur sur l'Indus à Candahar il y a 708 kilomètres, les trains militaires les feront en 16 jours ; pour parcourir, par étapes, la distance de Candahar à Hérat, soit 600 kilomètres, les troupes mettront au moins 32 jours.

Voilà un total de 48 jours, nécessaires aux forces anglaises pour arriver sous les murs de Hérat.

La Russie sera donc devant cette ville 15 jours avant sa rivale.

Nous n'ajouterons rien à l'éloquence de ces chiffres.

V

CLIMAT, FLORE, FAUNE, INDUSTRIE, COMMERCE.

« Situé sous les parallèles de l'Égypte et de la Syrie, mais présentant une surface non moins accidentée que la Suisse et des montagnes beaucoup plus élevées que les Alpes, l'Afghanistan doit à cette triple circonstance de situation, d'assiette et de configuration de réunir dans son climat et dans ses productions les extrêmes de la zone torride et des zones tempérées (1). »

Les vents alizés de l'ouest qui se forment dans l'Afrique équatoriale, au sud de la côte des Somalis, viennent balayer ses plaines ; mais comme ils longent le littoral de l'Océan et bondissent en quelque sorte au-dessus des golfes d'Aden et d'Oman, sans pouvoir se charger, dans leur course rapide, des vapeurs océaniques, ils arrivent en pays afghan aussi secs qu'à leur sortie du désert africain, et sont, pensons-nous, plutôt un mal qu'un bien.

Ces alizés étant des vents continentaux, l'Afghanistan est donc une contrée à climat continental (2), en butte par ce fait à des écarts de température violents et fort brusques.

(1) Vivien de Saint-Martin. *Dictionnaire de géographie universelle.*
(2) Reclus. *Géographie universelle,* t. IX.

La succession des saisons, dans l'Afghanistan oriental surtout, est presque aussi régulière qu'en Europe ; le climat est généralement favorable à la constitution humaine.

L'hiver est âpre et froid dans le Hezareh, dans le Caboulistan, dans le district de Gazni, et partout où l'altitude est supérieure à 1500 mètres (1). Il commence en novembre ; mais, à partir d'octobre, la neige obstrue les passes de l'Hindou-Kouch, pour n'envahir la plaine qu'au mois de décembre.

Elle est perpétuelle sur les hautes cimes du Koh-i-Baba, du Sefid Koh, etc. La fonte des neiges a lieu en février ; vient alors la saison des pluies, beaucoup moins abondantes que sous nos climats ; elle se prolonge jusqu'en avril.

Quoique dans l'Afghanistan occidental la température soit plus clémente, la commission anglaise, chargée en 1884 de la délimitation de la frontière russo-afghane, n'en a pas moins enduré vingt degrés de froid la nuit de son arrivée à Kushan, c'est-à-dire au cœur du mois de novembre.

Les étés, qui durent de juin à octobre, sont généralement chauds, sauf sur les hauteurs ; la chaleur est en raison directe du manque d'eau. Dans les plaines du sud-ouest, elle est excessive (2). En septembre et en octobre, le thermomètre marque à l'ombre 40° et 45° C. A Gazni, il aurait même marqué 55° C, toujours à l'ombre.

Dans le nord la chaleur est tempérée.

A Hérat, le climat est un des plus beaux de l'Asie ; en moyenne le thermomètre ne monte qu'à 28° C.

Les bises terribles du nord-ouest soufflent violemment du commencement de juin à la fin d'août (3).

Les trombes de poussière sont assez fréquentes dans le pays.

(1) Hunter. *Imperial Gazetteer*, etc., t. I.
(2) Ferrier. *Voyages en Perse*, etc., t. II, p. 338.
(3) Ferrier. *Voyages en Perse*, etc., t. Ier, p. 345.

Dans le Seistan, règne un vent du midi qui soulève des nuées de sable impalpable et fait songer au terrible simoun.

De la diversité du climat et de la répartition inégale des rivières, résulte une distribution fort différente de la flore. On trouve là, comme en Europe, des produits des zones tropicales et des zones tempérées.

En fait de céréales, la terre produit du froment, du maïs, du riz, et de l'orge destiné à l'alimentation des chevaux.

Les fruits sont très variés : pommes, noix, prunes, pêches, abricots, coings, melons et mûres; la feuille du mûrier sert de nourriture au ver à soie (1). Signalons aussi l'olivier, le palmier nain, les dattiers du Seistan, les grenadiers de Candahar et de l'Afghanistan méridional, la vigne de Hérat, dont le jus est passable.

Le coton, le tabac, la canne à sucre se rencontrent surtout dans les parties chaudes du pays.

Dans quelques vallées se déroulent de riches pâturages.

Le pays est peu boisé. Quelques montagnes du nord et du nord-est sont couvertes de diverses essences d'arbres : if, cyprès, et surtout des saules, des chênes et le pin d'Alep.

A Hérat et dans quelques autres régions des plaines, on a deux récoltes par an : une récolte d'été : froment et orge ; et une récolte d'automne : riz, millet, sorgho, maïs, tabac et navets.

Ce n'est pas toujours sans peine que l'agriculteur obtient un résultat. La pluie étant rare, il doit creuser de nombreux canaux d'irrigation ; mais, comme l'évaporation des eaux est fort rapide, il est de plus obligé, pour la combattre, de construire des aqueducs souterrains, appelés kahriz ; l'aqueduc de Gazni mesure de 30 à 40 kilomètres.

Quelques plaines sont particulièrement fertiles : au sud

(1) Brigade surgeon Aitchison. *Proceedings*, 1886, p. 153.

du pays, la plaine de Pishin, où les Anglais se sont établis et trouvent mille ressources pour l'alimentation de leurs troupes ; la vallée de Nangnahar, entre le Caboul et le Sefid Koh oriental ; elle est abritée de tous côtés contre les vents ; le Zamindawar, au nord-est de Candahar. La puissance de végétation du sol y est comparable à ce qu'il y a de plus luxuriant en Europe (1).

Entre le Pagman à l'ouest, le Kohistan au nord, et au sud une crête de montagnes peu élevées qui la sépare de Caboul, s'étale, arrosée par le Pandjchir, le Parwan et le Gorband, la plaine de Daman-i-Koh, de 31 milles en longueur et 7 en largeur (2). C'est une position stratégique importante, car plusieurs passes de l'Hindou-Kouch y aboutissent.

La vallée de Hérat est la plus fertile de tout le pays afghan. Sur une assez longue étendue, ce n'est qu'un délicieux jardin. Le colonel Malleson l'appelle le « grenier de l'Asie centrale ».

La faune afghane n'est pas riche. Le sanglier se rencontre dans le Hamoun, l'hyène et le chacal du côté de Pechawer ; des voyageurs signalent même le lion, mais on croit que la chose est inexacte.

Dans quelques montagnes vivent des ours bruns, des ours noirs, des loups, des renards ; Ferrier signale plusieurs variétés d'antilopes et des troupeaux d'onagres ; à signaler aussi des chevreuils, des chèvres, des lièvres, etc.

Comme volatiles, il y a l'oie, le cygne, la perdrix grise, l'outarde, le canard.

Les Afghans ont divers animaux domestiques : d'excellents chameaux et dromadaires ; l'âne, des chevaux de diverses races, mais surtout le *yabu*, poney de montagne, sobre et vigoureux ; la vache, de nombreux moutons, dont la viande est la base de la nourriture de l'indigène ;

(1) Ferrier. *Voyages en Perse*, etc., t. Ier, p. 448.
(2) Markham. *Proceedings*, 1879.

diverses espèces de chiens de chasse, le pointer entre autres. Dans le Chitral et le Kafiristan est une race de grands lévriers trapus et à longs poils. Ce sont d'excellents gardiens et d'intrépides chasseurs qui ne reculent pas devant l'ours.

Les richesses minérales de l'Afghanistan sont importantes. Le fer est assez abondant. On en trouve des gisements dans le Pamir, le long des rives du Wanjab (1), aux environs de Hérat et dans l'Hindou-Kouch. Le minerai est fondu dans des fosses. On signale aussi des mines de plomb, de cuivre, de soufre, d'antimoine, d'argent (dans les vallées du Pandjchir) (2). Ferrier parle de houille et de paillettes d'or qu'on pourrait recueillir dans certains affluents du Caboul. A certaines places le sel se trouve à fleur de terre. Celui qu'on recueille aux environs de Hérat est de mauvaise qualité ; les Hératiens lui préfèrent celui de Douz, importé par les Djemchidis (3).

Le Badakchan est célèbre par ses mines de *lapis-lazuli* situées au sud de Ierni, sur le Kokcha.

A Kazergniah, localité de la banlieue de Hérat, existent diverses tombes faites d'un très beau marbre blanc, tiré des carrières d'Obeh (4).

De toutes ces richesses, on n'extrait guère que le fer et le plomb ; les indigènes exportent ces métaux, car ils ignorent généralement l'art de les travailler.

Le commerce et l'industrie sont fort peu développés, grâce sans doute à l'absence de voies rapides de communication.

On s'occupe, particulièrement à Hérat, de l'élevage des vers à soie. La soie brute est travaillée dans le pays, à

(1) Dr Reyel. *Proceedings*, 1882.
(2) Général Zénéloï. *Loc. cit.*
(3) Lessar. *Loc. cit.*
(4) Ferrier. *Voyages en Perse*, etc., t. Ier, p. 336.

Caboul, Candahar et Hérat; il en est de même de la laine des moutons, et du poil des chèvres et des chameaux, croyons-nous, dont on fait des châles et d'excellents draps.

A Hérat se fabriquent aussi de beaux tapis.

L'élevage des chevaux et des bêtes bovines donne lieu à d'assez nombreuses transactions. Il en est de même du lait et de la peau de ces derniers animaux.

A Meïmené se fabriquent des haches et des socs de charrue. Divers produits sont exportés vers l'Inde et la Perse : les tapis de Hérat, les draps, la laine des moutons, les chevaux, les fruits.

On importe dans le pays des cotons, des étoffes de soie et de laine, du sucre, du thé, de l'indigo, des rubans, etc.

Le commerce avec les Indes s'est élevé en 1880-81, comme exportation, à la somme de 356 763 livres sterling, et comme importation, à 1 158 188 ; c'est donc un chiffre d'affaires de 1 514 981 livres, soit 37 874 525 de francs.

F. Van Ortroy,
Lieutenant de cavalerie.

(La fin prochainement.)

ARCHÉOLOGIE ET BIBLIOGRAPHIE

MEXICAINES

Vers la fin du XVIe siècle, Juan de Cárdenas, médecin espagnol, professeur à l'université de Mexico, écrivait au troisième livre de ses *Problemas y secretos maravillosos de las Indias* (1) : « Nulle part ne foisonnent comme dans la Nouvelle-Espagne les esprits à la fois pénétrants, vifs et profonds. Placés dans un autre milieu et sur un plus vaste théâtre, les Mexicains éclipseraient ce qu'il y a de plus savant au monde. » Il n'est pas un étranger, croyons-nous, qui en visitant le Mexique ne doive souvent se rappeler cette appréciation du docteur Juan de Cárdenas. Mais d'autre part, quel désolant contraste quand on veut mesurer les progrès réalisés, par des hommes si bien doués, dans les diverses branches de la science, des arts et de l'industrie. Tant d'intelligences d'élite n'ont produit jusqu'en ces dernières années qu'un nombre fort restreint d'œuvres originales et vraiment méritantes. Presque toujours l'initiative est venue du dehors ; et notamment l'histoire, l'ethnographie, l'archéologie nationales, ont été

(1) Mexico, 1591.

longtemps tributaires de l'étranger. De même que certains produits du sol mexicain s'exportent en quantités énormes, pour revenir après une légère élaboration encombrer les marchés du pays, de même les pictographies, les œuvres de la statuaire aztèque, les anciens manuscrits prenaient le chemin de l'Europe ou des États-Unis; ils y exerçaient la sagacité des américanistes; et les Mexicains n'apprenaient guère à les étudier que dans des livres français ou anglais, pitoyables parfois, et toujours fort incomplets.

Il n'en a pas toujours été ainsi. Il s'est même produit, dès les origines de la colonisation espagnole, un mouvement intellectuel assez intense, qui se prolongea et s'accentua dans les âges suivants. On peut aisément le constater aujourd'hui, grâce au magnifique ouvrage publié l'année dernière à Mexico par M. Joaquín García Icazbalceta sous le titre : « *Bibliografía mexicana del siglo XVI.* Parte primera. Catálogo razonado de libros impresos en México de 1539 á 1600, con biografías de autores y otras ilustraciones, por Joaquín García Icazbalceta. México, librería de Andrade y Morales, 1886. » (Paris, Maisonneuve et Cie.)

Nous n'avons pas à examiner ici les causes néfastes qui arrêtèrent cet élan, les discordes intestines, les révolutions incessantes qui suivirent la déclaration d'indépendance. Constatons seulement que toutes les études sérieuses furent bientôt à peu près abandonnées, et que le peuple mexicain s'accoutuma à professer un grand mépris pour les œuvres nationales et un culte exagéré pour les productions d'outre-mer.

Heureusement, ces dernières années ont été marquées par une réaction éclatante. Les Mexicains ont résolu de seconer une tutelle dont ils n'ont guère besoin. Il est vrai que cette lutte pour l'émancipation intellectuelle, commencée par quelques enthousiastes, ne fut d'abord secondée que froidement et presque à contre-cœur par la nation;

mais elle se développa bientôt, et elle commence à prendre des proportions grandioses. Des écrivains d'élite ravivent l'esprit national, et, en dotant leur patrie d'ouvrages sérieux, travaillent à l'affranchir de cette littérature hétérogène, cosmopolite, qui défrayait presque seule les études au Mexique.

Dans l'histoire de cette renaissance scientifique, le livre que nous venons de citer fera certainement époque. Pour beaucoup, le nom seul de l'auteur sera la meilleure des recommandations. Il y a longtemps, en effet, que de toutes parts on met à contribution la vaste science de M. Icazbalceta. L'incomparable bibliothèque où il a réuni une foule d'éditions rares et de documents inédits est devenue un centre de consultations, où Pimentel, Orozco y Berra, et beaucoup d'autres illustres américanistes ont puisé les éléments de leurs meilleurs ouvrages. Lui-même, au cours d'une vie partagée entre l'étude, les devoirs professionnels et les œuvres de bienfaisance, a publié coup sur coup d'importants travaux, souvent cités par des écrivains de renom, plus souvent encore copiés sans aucune citation.

Croyant que l'heure n'est pas encore venue d'écrire sur le Mexique un travail d'ensemble, complet et original, M. Icazbalceta s'est voué à la tâche ingrate d'en réunir les matériaux ; et, tandis que des documents de haute valeur pour les origines américaines, enfouis au British Museum et dans d'autres collections européennes, attendent encore des interprètes et des éditeurs, M. Icazbalceta a mis en lumière une série considérable d'antiques manuscrits, recueillis de tous côtés et à grands frais. Écrivain tout à fait indépendant, il n'a pu compter que sur ses propres ressources pour ces savantes études, qu'il dissimule sous la forme trop modeste d'introductions et de notes. Il les a même souvent imprimées de sa main.

Tous les livres de l'illustre secrétaire de l'Académie mexicaine sont originaux et profonds, mais aucun peut-

être ne dénote autant de science, un esprit aussi primesautier, et, disons-le, autant d'abnégation que la *Bibliografía mexicana del siglo XVI*. C'est en ce genre le premier effort sérieux qui se tente au Mexique, et cependant l'auteur s'est élevé au niveau des meilleurs bibliographes étrangers. Abondance et intérêt des matières traitées, sévère exactitude dans les moindres détails, luxe de l'impression et des phototypies, tout est si achevé que bien peu d'œuvres européennes pourraient rivaliser avec celle-ci. Nous ne voyons de défaut que dans le titre. Au lieu d'une simple bibliographie, nous avons en réalité un ensemble de notices fort importantes sur le mouvement religieux, social, littéraire et scientifique dans la Nouvelle-Espagne. A ce dernier point de vue, l'ouvrage relève incontestablement de la *Revue des questions scientifiques*.

TRAVAIL BIBLIOGRAPHIQUE.

Pour donner une idée du livre et en faire apprécier la valeur, il faut examiner à part le travail bibliographique et les excellentes dissertations qui s'y trouvent enchâssées.

La description des publications mexicaines du XVIe siècle ne saurait nous être indifférente. Telle est, en effet, la nature des ouvrages composés alors, que l'historien, le linguiste, l'ethnographe doivent en avoir le catalogue aussi exact et aussi complet que possible. Il faut connaître d'abord Motolinia, Sahagun, et leurs confrères plus ou moins rapprochés de la conquête, dont les relations forment la base de toute investigation sérieuse sur la période précolombienne : il est urgent, autant que difficile, d'indiquer la filiation et les vicissitudes de ces relations, l'histoire des textes et les éditions diverses. Viennent ensuite les publications en langues indigènes : aztèques, otomis, popolaques, mistèques, huastèques, tarasques, zoques,

tzendal (1), zapotèques, cachiquels, etc. A la liste de ces ouvrages, M. Icazbalceta en ajoute un, le seul connu jusqu'ici écrit en *chuchon*, curieux et difficile idiome parlé surtout à Tepexic de la Seda (2).

Les nombreux catéchismes et les traités de prononciation qu'ils contiennent, les *arte*, les grammaires, les vocabulaires, nous montrent avec quelle ardeur on apprenait les langues des nations soumises. On les enseignait publiquement dans l'université de la capitale (3). Les nouveaux venus, en effet, n'étaient pas tous des aventuriers, pressés de faire fortune et de regagner la mère patrie. Beaucoup venaient se fixer définitivement, et, dans la colonie d'alors, tout accuse un sérieux travail d'assimilation, ou du moins une tendance marquée à réunir en un corps de nation les éléments disparates qui couvraient le sol de la Nouvelle-Espagne. De là pour tous, mais plus impérieusement pour les missionnaires, la nécessité d'étudier les idiomes du pays. Les documents contemporains nous permettent d'apprécier le zèle qu'ils apportèrent à cette étude. On voyait alors des prêtres vénérables se mêler aux passants dans la rue, prendre part aux jeux des enfants pour surprendre leurs idiotismes, et noter tous les mots nouveaux. On ose à peine croire à tous les détails racontés à ce sujet ; mais l'on peut à coup sûr en appeler aux œuvres imprimées alors, et dont plusieurs n'ont pas été dépassées de nos jours. C'est là encore un

(1) *Bibliografía mexicana*, pp. 121 sq.

(2) *Ibid.*, pp. 234 sq. Cfr Pimentel, *Cuadro descriptivo y comparativo de las lenguas indígenas de México*, t. II, p. 262, Mexico, 1865.

(3) *La instruccion pública en México, durante el siglo XVI*, dans Memorias de la Academia Mexicana, t. III, pp. 300 et 472. *Constituciones de la real y pontificia universidad de México*, 2e édit., p. 58. Voici le texte de la constitution 119 des statuts de l'université : *Otra cátedra de lengua mexicana, de propiedad, con salario de trescientos pesos cada año... que se ha de leer desde las ocho hasta las nueve de la mañana, y desde las tres hasta las cuatro de la tarde, por la mañana lengua mexicana, y por la tarde otomi.* De plus, à d'anciens élèves de l'université nous devons des ouvrages aztèques, otomis, tarasques, huastèques, mazahuas, zapotèques, totonaques, opatas, coras, tarahumares, etc.

des points où l'époque coloniale nous a légué des exemples que les modernes devraient bien imiter. M. Icazbalceta, qui fait bon marché des préventions les plus enracinées, ne craint pas d'avouer la situation inférieure du Mexique actuel. Depuis la proclamation de l'indépendance, la linguistique américaine a été fort délaissée, et c'est à peine si quelques écoles officielles l'ont récemment inscrite au programme de leurs études. Les instituts religieux et les séminaires avaient commencé depuis longtemps, suivant en cela les traditions des premiers évangélisateurs.

De toutes les villes du nouveau monde, Mexico fut la première qui posséda des imprimeries, et elle les dut à un évêque, Fr. Juan de Zumarraga, qui les établit à une époque très voisine de la conquête.

Les premières publications furent naturellement des traités de religion. Mais, à côté de ceux-ci, l'on vit presque aussitôt paraître une multitude d'ouvrages divers de botanique, de physique, de médecine et de chirurgie ; des *recopilaciones* de lois et des traités de jurisprudence ; des recueils de chansons, des comédies religieuses, des classiques latins, des dialogues littéraires ; des ouvrages militaires et nautiques ; de l'histoire, de la philosophie, de la théologie et du droit canon. Il faut une description soignée de ces livres pour bien juger de la vie scientifique et littéraire du Mexique au XVIe siècle ; et, disons-le une fois de plus, une bonne bibliographie de cette époque offre, même pour l'historien, le plus vif intérêt.

Malheureusement les productions des anciennes presses mexicaines sont aujourd'hui d'une désolante rareté. Plusieurs ont disparu sans retour, l'on a perdu la trace de beaucoup d'autres, et pour les écrivains dont les ouvrages nous restent, il s'est fait un tel chaos d'hypothèses discordantes, les efforts pour le débrouiller ont si complètement échoué, qu'une nouvelle tentative pouvait sembler téméraire. M. Icazbalceta s'y est pourtant essayé ; avec quel succès, les bibliographes de profession le diront ;

mais déjà ils ont pris l'habitude de s'en rapporter sans scrupule à son autorité, ses conclusions sont acceptées de confiance et on les reproduit un peu partout.

Ce qui crée à la *Bibliografía mexicana* des droits éclatants à notre reconnaissance, ce sont les admirables notices consacrées aux auteurs du XVIe siècle. L'historien y trouvera les éléments d'une étude nouvelle sur les premiers âges du régime colonial ; il y verra réduits à leur juste et souvent très médiocre valeur bien des livres écrits depuis cinquante ans sans grand souci de la vérité. Les travaux d'évangélisation et de colonisation, l'organisation civile, les réformes sociales, la sollicitude, souvent mal secondée, du gouvernement pour relever la race indigène, et la mettre au moins sur un pied d'égalité avec les colons ; tout cela M. Icazbalceta l'esquisse à grands traits, en quelques pages, avec la sûreté d'un homme qui vit au milieu des témoins et des monuments de cette époque mouvementée.

Pas plus que les descriptions de livres, ces dissertations ne sauraient être ici l'objet d'un examen spécial. Mais, à côté des notes historiques, la *Bibliografía* nous apporte, sur divers points de science, des données intéressantes, qu'il y aurait profit à résumer rapidement. Nous le ferons d'autant plus volontiers qu'elles nous fourniront l'occasion de toucher en même temps diverses questions relatives aux antiquités mexicaines.

ANTIQUITÉS MEXICAINES. STATIONS ARCHÉOLOGIQUES. ANTIQUES GISEMENTS D'ÉMERAUDES.

Quoique le cadre de la *Bibliografía mexicana* n'admette qu'incidemment les questions relatives à l'archéologie et à l'ethnographie, on y rencontre sur ces sujets bon nombre d'informations nouvelles et souvent inespérées. Qui se douterait, par exemple, que les traités de

morale, les examens de conscience, signalés par M. Icazbalceta, dussent fixer l'attention de l'ethnologue ou de l'historien? Rien de plus vrai, cependant. Vous y trouverez des détails inattendus sur les mœurs, les coutumes, les rites des différents rameaux de la famille nahoa. Dans l'interrogatoire de leurs pénitents, les confesseurs passaient en revue certaines pratiques étranges, en usage chez les Indiens depuis des siècles, et entachées de superstition ou d'idolâtrie. Citons notamment le *Confesionario en lengua mexicana y castellana* du père Juan Bautista, et le *Advertencia para confesores* du même auteur (1).

Une autre mine à exploiter, c'est la collection de grammaires et vocabulaires de langues indigènes. L'*Arte en lengua zapoteca*, pour ne rappeler ici que l'ouvrage du père Juan de Cordoba, a fourni à Orozco y Berra le Calendrier zapotèque qu'il inséra au quatrième livre de son histoire (2). De cet *Arte* intéressant, il ne reste qu'un exemplaire connu, et les savants sauront gré à M. Icazbalceta d'en avoir reproduit au long des passages importants. D'après ces extraits, les devins prédisaient l'avenir en observant surtout le serpent nommé *pella*, les scorpions *nioxobi* et *pegootao*, l'oiseau *piquia*, le hibou, etc. (3). En cas de mauvais augure, les Zapotèques enfouissaient un petit chien, une caille ou quelque autre animal sur la route qui conduisait à leur hutte, pour arrêter ainsi en chemin l'influence malfaisante qui venait à eux. L'éclipse de lune présageait la mort de quelque grand personnage. Le soleil en s'éclipsant donnait à entendre qu'il voulait voir une guerre, et les Indiens lui obéissaient aussitôt en cherchant à s'entre-tuer. Le même dieu avait jeté son

(1) *Bibliografía mexicana del siglo XVI*, pp. 353 et 355.

(2) *Historia antigua y de la conquista de México*, t. II, pp. 1 sqq., Mexico, 1880.

(3) Cfr Mendieta, *Historia eclesiastica indiana*, lib. II, cap. 19, p. 109, édit. Icazbalceta, Mexico, 1870. Des détails analogues se retrouvent chez beaucoup d'autres tribus, et constituent une donnée assez importante pour l'étude ethnographique de la race.

dévolu sur les nains : tout ce qui se rencontrait d'hommes de très petite stature lui était impitoyablement immolé.

Il est un point de vue trop négligé, nous semble-t-il, dans l'étude des anciens livres mexicains : c'est qu'ils pourraient souvent nous mettre sur la voie de riches stations archéologiques. On est très loin d'en avoir dressé une liste exacte. Si les monuments à fleur de sol et que l'on pourrait examiner sans fatigue renferment encore tant de mystères, ceux que recèlent les souterrains et les cavernes sont presque totalement inconnus. Les fouilles heureuses entreprises par MM. Désiré Charnay, Léopold Batres et autres, sont peu de chose en comparaison de ce qui reste à explorer. Il serait facile de citer bon nombre de points qui réservent aux chercheurs d'amples moissons d'antiquités, et dont le chemin semble oublié aujourd'hui, ou que l'on croit peut-être inaccessibles. Malgré tout leur dévouement à la science, nos contemporains n'osent s'aventurer dans certains parages, où le zèle religieux porta les premiers missionnaires à pénétrer au péril de leur vie. De là tant de lacunes dans les travaux modernes.

En 1885, M. Léopold Batres publia un itinéraire des ruines et monuments anciens de la république (1) ; travail utile, mais tout à fait insuffisant. Ainsi, pour l'État de Tlaxcala, c'est à peine s'il nous donne la maigre indication de « Ruines connues sous le nom de Xicotencatl ». Or, dans un récent voyage à travers ces provinces, nous avons trouvé et identifié sans peine de nombreux vestiges de constructions précolombiennes. Le savant inspecteur des monuments archéologiques des États mexicains devait une mention spéciale aux environs de Nativitas (2) où, sur un espace d'environ trois kilomètres, du nord-est

(1) *Cuadro arqueológico y etnográfico de la República Mexicana. Itinerario para visitar las ruinas y monumentos arqueológicos de la República Mexicana*, Mexico, 1885.

(2) En aztèque *Yancuitlalpan*, terres nouvelles. Cfr A. Peñafiel, *Nombres geográficos de México, estudio jeroglífico de la matrícula de los tributos del códice Mendocino*, p. 247, Mexico, 1885.

au sud-ouest, les collines étaient couvertes de stations florissantes, avec leurs temples, leurs forteresses, leurs aqueducs, leurs tranchées, leurs galeries encore reconnaissables. C'était bien là, nous n'en doutons pas, une des principales lignes de défense des Tlaxcaltèques dans leurs luttes héroïques contre les tribus rivales.

Ce qu'on ne saurait nier, c'est l'existence sur ces hauteurs d'une population guerrière qui mériterait d'être mieux étudiée. Grâce à l'obligeance et à la générosité de MM. Baldomero Rejon et Bernardo Caso, nous avons pu réunir plusieurs centaines de figurines, des idoles, des débris d'armes et d'ustensiles, provenant toutes du Chichipico (1), et d'un terrain de moins de quinze mètres carrés. Nous nous proposons de les décrire ailleurs.

A signaler encore, dans la même aire, le *Miston* à Mixco, les vestiges de *Cacaxtlan*, ancienne ville forte antérieure à Tlaxcala, le *Tenexotzin* sur la colline Xochitecatl, et, vers le nord, un de ces nombreux souterrains dont la cordillère est percée, et qui jouaient un grand rôle dans les opérations militaires. Au dire de témoins que personne ne suspecte, on l'appelle *Ahuexuetzin*, parce que, un ou deux jours avant la pluie ou la grêle, il s'en dégage une sorte de brouillard fort caractéristique. A peu de distance, le hasard nous a fait retrouver les cinq pierres prismatiques, bien polies, de près de deux mètres de hauteur sur plus d'un demi-mètre de base, qui formaient le *Huitzocteme*, grand autel où l'on immolait des victimes humaines. De la muraille qui servait de démarcation entre l'ancien Tlaxcala et Iztacamaztitlan, il reste des traces au point nommé Tenamascuicuitl ; cette construction mesurait environ neuf mille mètres de long, trois de haut et cinq ou six de large.

Les autres districts fourniraient également à M. Batres leur contingent de documents archéologiques, et rien

(1) Municipe de Nativitas, État de Tlaxcala.

qu'en parcourant certains livres indiqués par M. Icazbalceta, ou même les extraits publiés par cet écrivain, il pourrait marquer de nouvelles étapes dans son *Itinerario*, entre autres, le fameux panthéon de Chacaltongo, un des points les plus élevés de la Mixtèque, que Fray Benito Fernandez visita dès le XVIe siècle (1). Tandis que ses guides indigènes, tremblant de voir châtier le profanateur, s'étaient arrêtés au seuil du sanctuaire, l'intrépide dominicain entra seul dans l'enceinte mystérieuse. Il y découvrit bientôt une salle immense, éclairée par le haut. Sur deux côtés, le long des parois, étaient rangées des espèces d'urnes en pierre et, au-dessus d'elles, de nombreux corps humains, drapés dans de somptueux vêtements, ornés de joyaux, de colliers et de médailles d'or. Plus loin s'ouvrait une autre chambre, où il remarqua un petit autel en forme de niche, puis une infinie variété d'idoles en métal, en pierre, en bois ; quelques-unes même (détail à noter) faites d'un tissu chargé de pictographies. Dans ses excursions ultérieures, Fr. Benito surprit plus d'une fois les Indiens dans des antres profonds, sacrifiant des victimes humaines. Sur les hauteurs de Achiutla (2), il rencontra un temple peuplé d'innombrables divinités, dont les autels étaient encore souillés de sang (3). La principale, appelée le *Cœur du peuple,* était une grosse émeraude, éblouissante, et d'un travail achevé : elle représentait un petit oiseau enlacé par un serpent.

L'auteur auquel nous empruntons ce détail, ajoute qu'il ne s'agissait probablement pas d'une véritable émeraude, puisqu'il n'y en avait pas dans ces régions, mais d'une pierre verdâtre appelée *Chalchihuitl*. A l'encontre de cette opinion partagée, croyons-nous, par plusieurs écrivains, il nous semble avoir rencontré des témoignages décisifs. M. Icazbalceta, revenant sur sa première conjecture, a

(1) Icazbalceta, *Bibliografía mexicana*, pp. 149 sqq.
(2) District de Tlaxiaco, État de Oaxaca.
(3) Cfr Clavigero, *Historia antigua de Méjico*, lib. VI, p. 119, Mexico, 1853.

bien voulu nous indiquer lui-même un texte fort explicite de Sahagun. Il sera bon de le citer ici avec beaucoup d'autres, parce que la question n'est pas sans importance, et n'a jamais été discutée, que je sache.

Dans les rites et les usages mexicains, l'émeraude (vraie ou fausse, n'insistons pas pour le moment) jouait un grand rôle. Elle formait la parure des dieux et des empereurs. Quand un noble mourait, on lui en suspendait une aux lèvres (1) ou on la lui mettait dans la bouche (2), pour que, dans l'autre vie, elle lui servît de cœur. Avec la même intention ils incrustaient des pierres fines dans le buste de leurs idoles (3). Le fragment de Sahagun publié par M. Icazbalceta (4) nous apprend qu'on faisait avaler aux moribonds un *Chalchihuitl*, et ce n'est pas la seule fois que nous voyons l'idée de pierre précieuse associée à celle de cœur et de vie. Après le décès de l'empereur Ahuitzotl, Netzalhuapilli et d'autres princes voisins vinrent réciter des discours devant le défunt et lui présenter des émeraudes, tandis que les gens de Tlatelolco faisaient une offrande de *Chalchihuitl*. Le corps du prince sur le bûcher et l'esclave brûlé avec lui étaient parés d'émeraudes (5). Motecuhzoma s'en ornait les oreilles, la couronne, les chaussures (6) ; il envoyait le corps des marchands s'en fournir à Tututepec et Quetzaltepec (7). D'après Tezozomoc, dès que Quetzalacxoyatl fut élu roi de Acolhuacan, « on lui perça le cartilage du nez, pour y

(1) Torquemada, *Segunda parte de los veinte i un libros rituales i monarchia indiana*, lib. XIII, cap. 45, p. 521.

(2) Cfr Veytia, *Historia antigua de Méjico*, t. III, p. 5, Mexico, 1836.

(3) Mendieta, *Historia eclesiastica indiana*, publiée par M. Icazbalceta, lib. II, p. 162, Mexico, 1870.

(4) *Bibliografía mexicana*, p. 319.

(5) Hernando Alvarado Tezozomoc, *Crónica mexicana*, édit. Vigil., pp. 569 sq., Mexico, 1881.

(6) *Ibid.*, p. 629.

(7) *Ibid.*, p. 602. Cfr Antonio Peñafiel, *Nombres geográficos de México, estudio jeroglífico de la matrícula de los tributos del códice Mendocino*, pp. 169 et 222.

introduire un petit tuyau de fine émeraude » (1). Dans les rôles hiéroglyphiques des tributs imposés aux Mexicains (2), on rencontre souvent des impôts du précieux minéral. Certaines peuplades, par exemple celles de la côte que soumit Ahuitzotl, les employaient avec une telle profusion que les enseignes militaires portaient chacune leur émeraude, polie comme un miroir et du plus vif éclat (3). Rien de facile comme de citer à l'infini des détails de ce genre (4).

Reste à voir de quelle pierre il s'agit. On sait les mésaventures des chercheurs d'émeraudes, qui souvent se sont laissé éblouir par le spath fluor vert. Le *sacro catino di smeraldo orientale* que nul n'était admis à voir sans l'autorisation du sénat de Gênes, était une substance vitreuse sans valeur. En rappelant ce fait entre mille, on nous dit que les Mexicains se sont aussi trompés, ou que, du moins après la conquête, ils appelaient *esmeralda* de simples *chalchihuitl*. Sans doute, mais *chalchihuitl* n'était-il pas un nom générique (5), appliqué souvent à de véritables émeraudes, quoique d'une espèce moins fine ? Motolinía écrivait dans un des chapitres de son histoire publiés pour la première fois par M. Icazbalceta : « Il y a ici beaucoup d'or, d'argent, des métaux de toute sorte, les pierres les plus variées, notamment des turquoises et d'autres appelées chalchihuitl ; les plus fines d'entre elles sont, dit-on, des émeraudes » (6).

Mais il y a plus : la langue aztèque donnait au mot *chalchihuitl* un sens bien défini. Voici un texte de Saha-

(1) *Ibid.*, p. 659.

(2) Dans Kingsborough, *Antiquities of Mexico.*

(3) Ils l'appelaient *Xiuhtezcatl.*

(4) Cfr Tezozomoc, *op. cit.*, pp. 543, 638, 645, etc. *Boletin de la Sociedad de geografía y estadística de la republica mexicana*, 2ª época, t. II, p. 471, Mexico, 1870.

(5) Cfr. Eufemio Mendoza, *Apuntes para un catálogo razonado de las palabras mexicanas introducidas al castellano*, p. 23.

(6) *Historia de los Indios de la Nueva España*, tract. III, cap. 8, dans *Coleccion de documentos para la historia de México*, t. I, p. 189, Mexico, 1858.

gun que nous signale M. Icazbalceta : « Les émeraudes appelées *quetzalitzli* se rencontrent ici nombreuses, d'excellente qualité et de haute valeur. Le mot vient de *quetzalli*, plume d'un vert prononcé, et *itztli*, obsidienne, pierre parfaitement polie et sans défaut. Effectivement, les bonnes émeraudes sont limpides, transparentes et brillantes. *Quetzalchalchivitl* désigne une autre espèce de pierre verte, semblable au *chalchivitl ;* les meilleures sont sans tache, vertes et transparentes. Enfin l'on nomme *chalchivitl* des pierres vertes, opaques, tachetées de blanc. Les principaux du pays en faisaient grand usage, et les portaient au poignet. Elles constituaient l'insigne de l'homme noble. L'usage en était défendu aux *maceguales* (1). »

Les traditions indigènes, consignées dans la *Crónica mexicana* de Tezozomoc (2), établissent la même distinction. D'une campagne dirigée contre les peuples de la côte, les vainqueurs rapportèrent à Mexico des « émeraudes fines et d'autres *chalchihuitl* ». Au retour d'une expédition à Oaxacá, les populations se portèrent à la rencontre de l'armée triomphante, et « lui offrirent de riches présents de plumes, des émeraudes et beaucoup d'autres espèces de pierres *chalchihuitl* ». Motecuhzoma II reçut des gens de Tehuantepec « des pierres fines de *chalchihuitl* fort estimées, et avec elles des émeraudes ». Enfin l'empereur, parlant un jour de ses ambassadeurs avec Cihuacoatl Tlilpotonqui, lui dit qu'il fallait prendre les envoyés royaux, non parmi les gens de basse condition, mais au sein de la noblesse : « Qu'arriverait-il, ajoute le prince, si vous placiez une très riche émeraude au milieu de *chalchihuitl ?* La première seule brille ; les autres paraissent pierres de la montagne. De la même manière, je voudrais rehausser l'éclat des seigneurs, que l'on a trop oubliés jusqu'ici. »

(1) Les macehuales étaient les gens du peuple. Cfr Sahagun, *Historia general de las cosas de Nueva España*, édit. Carlos de Bustamante, t. III, p. 296, Mexico, 1830.

(2) Pp. 544, 546, 578, 600, etc.

En distinguant les vraies émeraudes des fausses, les Mexicains réservaient les premières aux idoles et aux princes, tandis que les *chalchihuitl*, les fluorures de chaux teintés de vert, les béryls étaient portés en forme de bracelets par les riches et les nobles (1). C'était bien une véritable émeraude que l'idole d'Achiutla découverte par Fr. Benito Fernandez ; les Espagnols voulaient la lui payer quinze cents piastres. Il en est de même des joyaux que Cortès emporta lors de son premier voyage. Gomara, si je ne me trompe, assure que l'un d'eux, taillé en forme de coupe, fut évalué quarante mille ducats. Avant cette époque, le conquérant avait déjà envoyé à Charles-Quint deux colliers d'or, portant chacun près de deux cents émeraudes (2).

D'où venaient ces *quetzalitzli ?* Les Aztèques demandaient-ils les belles variétés uniquement à la Nouvelle-Grenade, et ne pouvaient-ils pas les trouver sur leur propre sol ? Nous croyons qu'ils le pouvaient. Bien que les minéralogistes ne mentionnent généralement en Amérique d'autres gisements d'émeraudes que ceux du Pérou et de la Colombie (3), l'on pouvait croire que le schiste micacé de Tejupilco (district de Temascaltepec, État de Mexico), contenait la pierre précieuse, et nous sommes heureux de pouvoir citer à l'appui de cette opinion une note écrite de la main de D. Antonio del Castillo dans le *Ortognosia* de Andrès del Rio. Depuis, MM. Mariano Bárcena et Santiago Ramirez ont constaté le fait, comme nous l'apprend notre excellent ami, D. Rafael Aguilar (4).

(1) Orozco y Berra, *Historia antigua de México*, t. I, p. 301.

(2) Cfr Clavigero, *Historia antigua de México*, p. 188, Mexico, 1853.

(3) Albert de Selle, *Cours de minéralogie et de géologie*, t. I, p. 313, Paris, 1878. Thomson, *Outlines of mineralogy*, etc.

(4) Cfr M. Bárcena, *Tratado de geologia*, p. 155, Mexico, 1885. Ramirez, *Noticia histórica de la riqueza minera de México y de su actual estado de explotacion*, p. 249, Mexico, 1884. Voyez aussi le tableau publié par le directeur de l'École nationale des mines, D. Antonio del Castillo, dans le *Boletin de la Sociedad mexicana de geografía y estadística*, t. X, p. 566, Mexico, 1865.

En résumé, les Mexicains avaient non seulement le chalchihuitl, le béryl noble ou aigue-marine, le béryl commun (1), et d'autres cristaux d'un vert d'eau demi-transparents, assez communs dans les roches granitiques, mais des émeraudes d'une belle nuance, entièrement hyalines. Aujourd'hui encore ils connaissent ces riches dépôts, quoi qu'en dise un savant auteur (2). Outre Tejupilco, leurs traditions signalent Tutotepec et Quetzaltepec. Et, quand bien même nous n'aurions pas le témoignage de Tezozomoc, les noms seuls ne parlent-ils pas assez haut ? Quetzaltepec se décompose en *quetzal (quetzalli*, plume verte, ou *quetzalitzli*, émeraude), en *tepetl*, colline ou montagne, et *c* terminaison de lieu ; de la même manière que *tototl*, oiseau, et *tepetl* ont donné *Tototepec* ou *Tutotepec*. Les indigènes pourraient sans doute signaler bien d'autres gisements : seulement, l'expérience leur a appris à garder pour eux, soit leurs propres découvertes, soit les secrets qu'ils se transmettent de père en fils avec une étonnante précision. Que de fois ils viennent vendre aux joailliers ou offrir à leurs bienfaiteurs des pépites d'or, de l'argent, des joyaux, dont à aucun prix ils ne veulent indiquer la provenance ! Souvent on a vu entre leurs mains, à Tlaxcalantzico (à peu de distance de Cholula), une superbe émeraude de dimensions extraordinaires ; mais, depuis les tentatives faites pour les en déposséder, on n'est plus parvenu à en rien savoir. Des faits analogues nous ont été attestés par des témoins dignes de foi.

LES ÉCRITS DE FRAY BERNARDINO DE SAHAGUN.

Il ressort de ce qui précède que, dans une étude sérieuse du Mexique d'autrefois, l'on ne peut plus désormais se passer de la *Bibliografía mexicana del siglo XVI*. Mais

(1) Dans Sierra-Gorda, État de Guanajuato, à Real del Monte, État de Hidalgo, et ailleurs.

(2) Lucien Biart, *Les Aztèques*, pp. 210 sq.

l'auteur nous paraît avoir surtout bien mérité des ethnographes et des archéologues dans ses laborieuses recherches sur Bernardino de Sahagun. Personne mieux que ce pauvre franciscain n'a compris son pays d'adoption, et n'en a décrit le passé avec une vérité plus saisissante. Aimant passionnément les indigènes, épris de leur histoire, il leur consacra soixante années de sa laborieuse existence. Dans la terrible peste de 1545, il ne tomba malade lui-même, qu'après avoir prodigué ses soins aux naturels et en avoir enterré de ses mains plus de dix mille. Son zèle l'a peut-être aveuglé quelquefois. Arrivant au Mexique après les premiers essais d'évangélisation, il crut découvrir que jusqu'alors on avait travaillé en pure perte. D'après lui, ces millions de baptisés, chrétiens à la surface, pratiquaient secrètement les rites du culte antique. En recevant le Dieu des Espagnols, ils n'avaient fait qu'enrichir leur mythologie d'un nouveau nom, parce que, suivant leur système traditionnel, ouvrir leur panthéon à une divinité étrangère, ce n'était pas nuire aux premiers occupants.

Jusqu'à quel point la rapide conversion des Mexicains fut-elle sincère? Sur ce point resté longtemps obscur, M. Icazbalceta émet des idées justes et propose d'heureuses conjectures qui, sans épuiser la question, la placent dans un jour nouveau et en préparent la solution. Sahagun paraît avoir exagéré de bonne foi et assombri le tableau au point de donner parfois dans des erreurs manifestes. Mais ce n'est pas le moment de nous expliquer là dessus; bornons-nous à montrer combien son zèle, un peu trop soupçonneux, a servi la science. Au cours de sa croisade contre l'idolâtrie, il en vint à trouver tout suspect, et dès lors se mit en devoir d'étudier à fond le peuple qu'il voulait convertir. Pas de coutumes anciennes, pas de divertissements dont il ne scrutât l'origine; pas d'expressions populaires dont il ne s'opiniâtrât à pénétrer le sens mythologique. Il épiait tout, et ne se faisait grâce

d'aucun détail. L'idée fixe qui semblait l'obséder l'amena par exemple à se rendre compte du *volador*, jeu encore en usage de nos jours, quoique avec une autre signification. Quatre hommes s'attachaient à autant de cordes enroulées au sommet d'un mât fort élevé et, tournant rapidement autour de celui-ci, venaient toucher terre juste après le treizième tour. Dans le fragment publié par M. Icazbalceta, Sahagun constate que treize multiplié par quatre donne précisément les cinquante-deux années du siècle nahoa, l'intervalle d'un jubilé à l'autre (1). Il y a là, dit-il, « une allusion au jubilé, durant lequel ils ratifiaient leur pacte impie avec les fausses divinités. »

Dans cette guerre acharnée contre la religion aztèque, Fr. Bernardino ne s'épargnait aucune fatigue. A Xochimilco, il entra dans l'eau pour en retirer une idole de pierre, en l'honneur de laquelle fumait l'encens de copal (2). Convaincu avec raison que les tenants du culte antique cherchaient de préférence les hauts lieux, et que, devant l'évangélisation victorieuse, l'idolâtrie avec ses rites sanglants s'était réfugiée jusqu'aux cratères du Popocatepetl et de l'Iztaccihuatl, il n'hésita pas à tenter une ascension qui passait alors pour impossible ou peu s'en faut, et devant laquelle reculent aujourd'hui encore d'intrépides touristes (3). Ceux-ci reviennent le plus souvent découragés, avant d'avoir atteint le sommet, ou du moins n'osent guère y prolonger leur séjour. Une caravane partit de Puebla il y a peu d'années, armée de toutes pièces, munie d'instruments de précision et bien approvisionnée : une demi-heure après avoir touché au cratère du Popocatepetl, elle redescendit haletante, épuisée, sans avoir fait une seule observation utile. L'Iztaccihuatl était regardé comme plus inaccessible encore. Sahagun, lui, gravit les deux

(1) Icazbalceta, *Bibliogr. Mex.*, p. 321.
(2) *Ibid.*, p. 274.
(3) Le Popocatepetl mesure environ 5391 mètres au-dessus du niveau de la mer; l'Iztaccihuatl 4790; le Citlaltepetl (montagne-étoile, pic d'Orizaba) 5295.

volcans, au péril de sa vie, et assista plus tard à l'éruption du Citlaltepetl (1). Il savait que les Mexicains adoraient les montagnes, et notamment l'Iztaccihualt *(iztac,* blanc, *cihuatl,* femme), ainsi nommé parce que les contours de sa cime neigeuse représentent assez bien une femme étendue, couverte d'un suaire. Les Tlaxcaltèques offraient des sacrifices à la Malinche ou *Malintzin*, dont la crête, vue d'un côté, ressemble à une tête gigantesque. C'est là que se forment les pluies qui fertilisent toute la province : et la montagne, ainsi que la déesse qu'elle représente, en a pris le nom de Matlalcueye (2).

Ce que Sahagun ne pouvait découvrir par lui-même, il le demandait aux plus sages des Aztèques. A Tepepulco ou Tepeopulco, il passa deux années en conférences avec une dizaine de vieillards, qui répondaient à ses questions par des hiéroglyphes et des peintures figuratives, expliquées celles-ci par des interprètes indigènes. Il se transportait ainsi d'une localité à l'autre, ne regardant ni au temps ni aux peines pour saisir sous toutes ses formes la civilisation primitive. Nous avons donc là un témoin consciencieux et des mieux informés. Quoiqu'il faille parfois se tenir en garde contre ses appréciations, son œuvre restera toujours, parmi les documents écrits, une des sources primordiales de l'érudition mexicaine. Ce n'est d'aucune façon le résumé des travaux antérieurs, mais l'écho fidèle des traditions conservées oralement ou en pictographies et très minutieusement rendues; car le rédacteur se faisait scrupule de toucher même au style assez grossier des indigènes.

Tout ce qui concerne ce texte capital est donc de la dernière importance, mais aussi d'une difficulté désespé-

(1) Icazbalceta, *Op. cit.*, pp. 255 sq.

(2) Voir l'explication qu'en donne Motolinía, *Historia de los Indios de la Nueva España*, trat. 3, c. 16. p. 228. Ce nom vient de *matlalin,* bleu, vert obscur, et *cueitl,* jupe, cotillon. La robe bleue est un attribut de la déesse et symbolise les pluies qu'elle dispensait.

rante. Il a été si souvent retravaillé, analysé, reproduit en extraits par l'auteur lui-même ou par de hardis plagiaires, que la bibliographie de Sahagun est devenue un vrai labyrinthe. Il nous semble que M. Icazbalceta en a retrouvé le fil. Après avoir raconté la vie du missionnaire et fait justice, en passant, de vénérables légendes (comme celle de la fameuse persécution), il discute à fond chacun des nombreux écrits attribués à Sahagun. C'est ainsi que, pour la *Historia general de las cosas de Nueva España*, il nous montre l'infatigable missionnaire se transportant à Tepeopulco, puis à Tlatelolco et plus tard à Mexico, pour recueillir successivement, sur le passé des Nahoas, la tradition acolhua ou tezcuane, les souvenirs des Tlateloltèques, et la version mexicaine proprement dite, auxquels répondent trois rédactions différentes du précieux travail (1). La description des manuscrits et leur histoire est aussi exacte que possible. Celle des éditions offrait moins d'embarras. La première ne s'imprima qu'en 1830, par les soins de Carlos María de Bustamante : tout comme dans celle de lord Kingsborough (2), on y rencontre des incorrections ou, du moins, des lacunes. Il est regrettable que M. Jourdanet s'en soit servi pour publier une traduction française, bien que les travaux philologiques de M. Remi Siméon donnent à cette traduction une valeur exceptionnelle (3).

Les éditeurs futurs de l'histoire de la Nouvelle-Espagne auront à tenir bonne note des documents conservés à la bibliothèque nationale de Mexico. Ce riche dépôt, dont le catalogue, préparé par le conservateur en chef, M. José María Vigil, sera pour beaucoup une révélation, contient un volume de *Cantares de los Mexicanos y otros opúsculos*. Un des fragments a pour titre : *Calendario Mexicano*,

(1) Icazbalceta, *Op. cit.*, pp. 274 sq. Cfr Alfredo Chavero, *México á través de los siglos*, t. I, pp. xxxvi sqq.

(2) *Antiquities of Mexico*, Londres, 1830-1849.

(3) Icazbalceta, *Op. cit.*, pp. 298 sqq.

latino y castellano. Vient ensuite un *Arte adivinatoria*, dont le prologue, l'avis aux lecteurs et le chapitre I sont nouveaux. Ce précieux manuscrit avait été signalé déjà ; mais M. Icazbalceta y a reconnu l'œuvre de Sahagun, et a rendu aux américanistes le service d'en publier les parties inédites. Elles sont assez intéressantes pour qu'il vaille la peine de les analyser et d'en commenter quelques passages.

Le premier fragment s'ouvre par une vue d'ensemble sur le panthéon mexicain. En passant par-dessus Teotl (1), le Dieu suprême et invisible, qui n'était soumis à aucune représentation matérielle, il nous présente d'abord Tezcatlicopa (miroir étincelant) avec une longue synonymie, qu'il faut avoir présente pour éviter de fâcheuses méprises. La voici, dans l'orthographe même du manuscrit : Titlacoan ou Titlacahuan, Yautl ou Yaotl, Necoc Yaotl, Mayocoia, Nezaoalpilli, Telpochtli, Yohualli, Ehecatl, Ipalnemoani (2). A la fois esprit, air et ténèbres, âme du monde, créateur de toutes choses, source du bien, il gouvernait le ciel et la terre, châtiait et bénissait. Les sièges disposés le long des routes, et sur lesquels nul ne pouvait s'asseoir, étaient réservés au dieu en visite parmi les hommes. Ce mélange d'idées sublimes et de préoccupations ridicules se retrouve partout dans la mythologie mexicaine. Dernièrement encore, et tout près d'ici, nous avons cru en reconnaître un souvenir dans un village d'Indiens fort peu civilisés ; à jour fixe, on les voit dégager les avenues de leurs cabanes, niveler les chemins, enlever les pierres, pour faciliter aux âmes des défunts l'accès de la maison et de la table bien servie qu'on leur a préparée.

Tlaloc, ou plutôt les Tlaloques, ainsi que la déesse Chalchiuhtlicue, maîtres des pluies, de l'éclair et du ton-

(1) Les Mexicains l'appelaient fréquemment " Celui par lequel tout vit, celui qui a tout en soi ".

(2) Icazbalceta, *Op. cit.*, pp. 311 et 320.

nerre, résidaient sur les montagnes et dispensaient aux hommes la nourriture. Pour obtenir d'eux la pluie, on leur offrait, à l'année nouvelle, les cœurs palpitants encore de nombreux enfants, dont on mangeait ensuite la chair(1). Les victimes, ornées de fleurs et de plumes, étaient portées en litière à la montagne, au milieu des chants et des danses. L'enfant pleurait-il ? C'était un signe avant-coureur de l'eau du ciel ; en revanche la rencontre d'un hydropique présageait la sécheresse (2). Nous savons par ailleurs que pendant les premiers mois de l'année, et jusqu'à l'arrivée des pluies tropicales, ces horribles immolations se renouvelaient fréquemment (3). L'on redoublait de cruauté au mois *Tozoztontli* (commençant le 7 avril, dans le système de Clavigero), au mois *Etzalcualiztli* (6 juin), au mois *Tepeilhuitl* (24 octobre), consacré au culte des montagnes d'où descendent les pluies(4). Chacune d'elles était représentée par une figurine en bois, couverte d'une pâte spéciale, surmontée d'une tête humaine et d'une tête de serpent(5). Ces statuettes se fabriquaient en grand nombre au mois *Atemoztli*.

Notons en passant que ces textes et d'autres bien connus justifient pleinement l'idée émise par M. le docteur Hamy sur la station funéraire de Tenenepanco. Sur le versant septentrional du Popocatepetl, à quatre mille mètres au-dessus du niveau de la mer, M. Désiré Charnay découvrit un cimetière, où des corps nombreux avaient été enfouis pêle-mêle. Les débris reconnus appartiennent tous à des enfants. De plus, les figures amenées au jour portent les attributs de Tlaloc et de la déesse des eaux

(1) Sahagun, *Historia general de las cosas de Nuera España*, t. I, p. 85.

(2) *Ibid.*, pp. 50 et 86.

(3) *Ibid.*, pp. 52, 58, 67, 160. Clavigero, *Historia antigua de Méjico*, lib. VI, pp. 135 sqq.

(4) Une opinion plus probable place le commencement de *tozoztontli* au 10 avril, de *etzalcualiztli* au 9 juin, et de *tepeilhuitl* au 27 octobre.

(5) Comparez le fragment inédit de Sahagun (Icazbalceta, *Op. cit.*, pp. 313 sq.), avec Bustamante, t. I, pp. 67, etc., 72, 160, 177, etc.

Chalchiuhtlicue. Bref, toutes les circonstances nous autorisent à voir dans Tenenepanco un sanctuaire de Tlaloc et un lieu de sépulture pour les enfants immolés dans ses fêtes (1). L'état des ossements retrouvés ne s'expliquerait-il pas, en partie du moins, par ce fait que les corps des victimes étaient servis dans les festins sacrés ? — Ou nous nous trompons fort, ou près de Nativitas (État de Tlaxcala) s'élevaient également des autels de Tlaloc et de sa personnification tlaxcaltèque, Matlalcueye. Les objets recueillis dans cette zone et les souvenirs qu'y a gardés la tradition rappellent fréquemment le dieu des pluies, un des premiers en date dans la religion de l'Anahuac. Du reste, des sanctuaires et des cimetières se rencontreraient presque à coup sûr au penchant de toutes les montagnes où se forment les orages et d'où viennent les pluies, principalement près de celles que signale le fragment publié par M. Icazbalceta (2) : le Popocatepetl, Tecamachalco, la chaîne de Tlaxcala (Malinche), les hauteurs de Toluca, ainsi que Tepetzingo, Tepepulco, Poiauhtla, etc. (3).

Dans le catalogue de Sahagun, à Tlaloc succède Quetzalcoatl, puis la femme-serpent Cihuacoatl, Chicumecoatl, Toci, et bien d'autres, avec leurs attributions diverses et des détails sur leur culte. Plus bas sont exposées les croyances sur la métempsycose, sur la vie future, sur la divinité qui présidait au séjour des morts, et qu'on appelait tantôt Mictlantecuhtli, tantôt Tzontemoc ou Acolnahuacatl (4).

CALENDRIERS MEXICAINS. LE TONALAMATL.

Le codice de la bibliothèque nationale signalé par M. Icazbalceta s'occupe, à un point de vue spécial, des anciens calendriers. Le principal d'entre eux, plus ingé-

(1) Hamy, *Coup d'œil d'ensemble sur le résultat des fouilles de M. Charnay dans le massif du Popocatepetl*, Paris, 1886.
(2) P. 313.
(3) Cfr Sahagun, *Historia gen. de Nueva España*, t. I, p. 177.
(4) Icazbalceta, *Op. cit.*, pp. 312 sq., 320.

nieux et plus exact (après la réforme de 1454) que celui d'aucun autre peuple à cette époque, remonte peut-être aux premiers âges historiques des Nahoas. Il finit par pénétrer chez la plupart des nations de l'Anahuac, avec les changements de nomenclature que dictaient leur langue, leurs traditions et les vicissitudes de leur existence aventureuse. Les Chiapanèques (1), pour ne citer qu'un cas, avaient pour signes fondamentaux *votan, lambat, been, chinax,* au lieu de *tochtli* (lapin), *acatl* (roseau), *tecpatl* (pierre), *calli* (maison). Mais, au fond, le mécanisme est à peu près le même, ou du moins nous retrouvons presque partout les données fondamentales du comput primitif; et celles-ci ont un air de parenté avec quelques systèmes connus de l'ancien monde. Dans l'impossibilité où nous sommes de discuter avec compétence cette question, l'une des plus enchevêtrées de l'archéologie américaine, nous nous bornons à en effleurer ici les points culminants. La période *ce huehuetiliztli,* fixée dès l'époque toltèque, comprenait deux siècles de cinquante-deux ans, divisés chacun en treize séries de quatre années (2). L'année avait dix-huit mois de vingt jours. Pour arriver à 365, on ajoutait au dernier mois cinq jours *nemontemi* (vacants, inutiles), destinés au repos et marqués eux aussi par des sacrifices sanglants (3). Cet excédent rappelle les cinq *épagomènes* des Égyptiens; mais, tandis que ceux-ci, à partir de la sixième année de l'ère actiatique (29 avant

(1) Cfr Orozco y Berra, *Historia antigua de México,* t. II, pp. 64 sqq. Chez les Michuaca, les signes initiaux étaient *chon, thihui, don, bani,* et avaient littéralement la même signification que les noms aztèques.

(2) Le cycle de 52 années s'appelait *Xiuhmolpilli,* et était représenté par un cercle enlacé d'un serpent et divisé en quatre treizaines ou *tlalpilli:* tout autour sont figurés les quatre signes des années, se répétant treize fois. Une autre roue, le *Xiuhtlapohualli,* portait dans ses dix-huit compartiments les caractères des dix-huit mois de l'année. Enfin un troisième cercle contenait les vingt signes des jours. Tous ces caractères doivent se lire de droite à gauche.

(3) Cfr Mendieta, *Historia ecl. indiana,* lib. II, c. 14, pp. 97 sqq. Sahagun, *Historia de las cosas de Nueva España,* édit. Bustamante, t. I, p. 187.

Jésus-Christ) ajoutèrent dans leur calendrier un jour sur quatre ans, afin de s'accommoder au nouveau comput des Romains maîtres de leur pays, les Aztèques avaient un double système d'intercalations et de suppressions périodiques, pratiquées à intervalles plus ou moins longs et combinées de diverses manières suivant qu'il s'agissait du calendrier vulgaire ou du calendrier astronomique.

Faute de distinguer les phases diverses par où passa le travail chronologique des Nahoas, et d'y démêler certains éléments d'importation étrangère, la plupart des auteurs sont tombés dans une confusion déplorable. A peine en trouvons-nous deux d'accord. Voici, à notre sens, l'explication la plus plausible (1). L'année comprenait d'abord 365 jours complets (entendus comme dans le système égyptien), et commençait au solstice d'hiver par le signe *ce acatl* (un roseau). Une première réforme, celle des sages de *Huehuetlapallan* (2), transporta le commencement au solstice d'été et intercala tous les quatre ans un jour complémentaire. Cette correction, inconnue longtemps aux peuples du groupe *meca* (3), fut adoptée par les races du sud, et remonta probablement avec elles jusqu'à la vallée du Mississipi. Comment expliquer autrement, dans la région des *mounds*, la présence des écailles gravées, qui portent si manifestement les signes chronographiques des populations mayas? Celles-ci avaient admis depuis longtemps l'ensemble du système nahoa, savoir : les quatre signes fondamentaux, symboles des saisons, des points cardinaux et des astres dominants; les dix-huit mois de vingt jours répartis treize par treize; et jusqu'au jour de marché *(kinic*, dans leur langue) qui terminait chaque série de cinq jours.

(1) Cfr Alfredo Chavero, *México á través de los siglos*, lib. IV, c. 15, pp. 675 sqq. Cfr les notes ajoutées par le P. Pierre Marquez à l'édition italienne de Gama, pp. 170 sqq.

(2) A la fin du deuxième siècle avant l'ère chrétienne et peut-être même dès l'année 249 avant J.-C.

(3) Cfr *Revue des questions scientifiques*, janvier 1887, pp. 215 sq.

Les Toltèques corrigèrent à leur tour, en assignant pour point de départ au cycle l'année *ce tecpatl*, et à l'année le jour du même signe. Une combinaison nouvelle avec l'année religieuse, dont nous aurons à préciser la portée, leur donna le *xiuhmolpilli* ou siècle de cinquante-deux ans. A en croire Antoine Léon Gama(1) et son école, on négligeait alors l'intercalation quadriennale, sauf à insérer d'un coup douze jours et demi après chaque cycle, ou vingt-cinq après *ce huehuetiliztli*. Le codice telleriano-remense et celui de Bologne résistent à cette interprétation : la quatrième année s'y montre clairement bissextile. Et n'en devait-il pas être ainsi ? La nature et la destination même du calendrier civil exigeaient que l'année fût aussi exacte que possible et subît à courts intervalles les corrections nécessaires. Ces raisons ne militaient pas en faveur de l'année astronomique, connue exclusivement dans les temples ; et il se pourrait qu'on n'ajoutât les jours complémentaires que de loin en loin, à la fin des cycles plus considérables marqués dans nos pictographies chronologiques (2).

A diverses reprises la tribu aztèque avait, elle aussi, retouché le calendrier traditionnel, mais sans adopter alors l'année bissextile, si bien qu'au XVe siècle l'erreur s'élevait déjà chez elle à plus de quatre-vingts jours.

La dernière élaboration date de 1454. Les connaissances astronomiques, assez rudimentaires encore pendant les longues pérégrinations des tribus, ne tardèrent pas à se développer. Les prêtres, voués spécialement au culte des astres et obligés de régler sur eux le cours de leurs fêtes, se livrèrent à des observations minutieuses, et purent enfin, plus de soixante ans avant la conquête, donner à leur comput une forme définitive, merveilleusement exacte. Comprenant que l'insertion d'un jour tous les quatre ans

(1) Nous n'avons pu consulter que l'édition romaine : *Saggio dell' astronomia, cronologia e mitologia degli antichi Messicani*, pp. 32 sqq.

(2) A. Chavero, *Op. cit*, p. 389 sqq.

est un peu trop forte, ils y remédièrent par des suppressions, faites après 130 années révolues, pour le calendrier civil, après le cycle majeur de 1040 années pour le calendrier astronomique. Les diverses compensations étaient calculées de telle sorte qu'après 1716 années l'erreur ne devait pas atteindre deux heures, et qu'il fallait au moins 23 000 années pour qu'elle fût d'un jour dans la chronologie astronomique (1).

Tel est, à vol d'oiseau, le système consigné dans les peintures figuratives. On se perdrait dans d'interminables discussions à vouloir examiner une à une les objections qu'à l'encontre de ces idées peuvent fournir les théories de Gama et d'Emmanuel Orozco y Berra. Leurs conjectures, souvent fort ingénieuses, échouent pour la plupart devant l'irrécusable autorité du codice Borgiano, de celui de Bologne, du telleriano-remense et de la pictographie rituelle du Vatican.

Une dernière observation : le calendrier astronomique ne faisait entrer en ligne de compte ni les vingtaines, ni les *nemontemi*, mais procédait par séries de 260 jours, formant l'année rituelle dont il sera question tout à l'heure. 1461 de ces années équivalent au cycle de 1040 années solaires tropiques. N'est-ce pas une étrange coïncidence que ce même nombre, 1461, d'années communes constituât chez les Égyptiens la grande période sothique? De plus, le cycle mexicain de 1040 années se divisait en quatre époques de 260 années, qui comprenaient précisément chacune 365 années religieuses de 260 jours.

Le manuscrit de la Bibliothèque nationale, décrit et résumé dans la *Bibliografía mexicana del siglo XVI*, contient le calendrier vulgaire, le *tonalpohualli* (compte du soleil ou des jours), mais avec une particularité que le savant auteur a bien raison de faire ressortir (2). Quoique le Sahagun imprimé prenne pour base les mois aztèques,

(1) Cfr *ibid.*, pp. 681 sqq.
(2) Icazbalceta, *Op. cit.*, pp. 300 sq.

en leur accommodant ceux du comput grégorien, le texte inédit part de la nomenclature européenne et y ajuste les mois mexicains. Voilà pourquoi il commence par le 11 du mois *tititl*, qui, dans ce système, correspond au 1er janvier. Mais, qui plus est, au lieu de placer les cinq *nemontemi* à la fin du dernier mois, il les répartit arbitrairement entre les mois *atlcahualco*, *tozoztontli*, *toxcatl*, *tecuilhuitzintli*, *panquetzaliztli*, auxquels il attribue vingt et un jours. Cette rédaction nouvelle, avec son étrange interpolation des jours supplémentaires, se retrouve dans les écrits de Fr. Martin de Leon ; mais M. Icazbalceta fut le premier à découvrir qu'elle remonte à Sahagun. Celui-ci donne aux mois des noms fort différents de la terminologie ordinaire ; et cette divergence, ainsi que bien d'autres, serait faite pour nous dérouter, si nous ne savions que le calendrier subit des transformations diverses au sein des multiples nations établies dans l'Anahuac. Les Toltèques appliquèrent aux mois du *tonalpohualli* les noms des fêtes du rituel : de là les listes données par Gama, tandis que celles de Sahagun représentent la nomenclature primitive des *Mexica* (1).

N'était l'incontestable témoignage des auteurs contemporains, l'on croirait exagérée à plaisir la description des fêtes et des sacrifices humains échelonnés dans le calendrier que nous venons de décrire. Dans le tableau sanglant qu'esquisse à grands traits le fragment manuscrit, un détail nous a frappé. Lors de la fête quadriennale du dieu du feu, après une hécatombe d'esclaves et de captifs, tous les enfants nés pendant les quatre années précédentes recevaient, en passant par le feu, une sorte de lustration. On les menait au temple de Xiuhtecutli, et, après leur avoir percé les oreilles, on leur assignait des parrains et des marraines, chargés de leur instruction morale et religieuse (2). Chaque année, en l'honneur du même Xiuhte-

(1) Chavero, *Op. cit.*, p. 679.

(2) Icazbalceta, *Op. cit.*, p. 319. Sahagun, *Historia de las cosas de Nueva España*, édit. Bustamante, t. I, pp. 76 et 189.

cutli, les Aztèques jetaient dans les flammes de nombreux esclaves et, avant qu'ils achevassent d'expirer, les traînaient devant l'idole pour leur arracher le cœur. Certaines fêtes étaient marquées par des raffinements de cruauté, que Sahagun expose longuement. Il ajoute que, sous l'effort des missionnaires, les immolations humaines disparurent bientôt des cérémonies religieuses, sans que les Indiens renonçassent pourtant à leurs rites et à leurs fables. A défaut d'enfants ou d'esclaves, ils immolaient des poules, des chiens, des oiseaux, et en répandaient le sang devant les dieux, au milieu de nuages d'encens. Peut-être même, à en croire le soupçonneux écrivain, les statues que les néophytes portaient en procession, cachaient-elles dans leur buste quelque idole vénérée. Aux cérémonies les plus saintes des baptêmes, des mariages, des enterrements, se mêlaient de coupables superstitions. En un mot, les extraits publiés par M. Icazbalceta peignent au vif les anxiétés de Sahagun et les doutes qui l'obsédaient sur la religion des nouveaux convertis. Sans doute, comme il a été dit plus haut, le christianisme ne put effacer en un jour le souvenir des rites traditionnels. Il y eut des conversions feintes ; d'autres, quoique sincères, s'accommodaient assez des antiques superstitions (1). De nos jours encore, il s'en pratique beaucoup trop, par ignorance plutôt que par malice. Mais de là au tableau tracé par quelques écrivains, il y a un abîme. Ils n'ont guère vu que les ombres et les taches. Rapprochez de leurs lamentations les témoignages positifs de Motolinía, de ses collègues, des témoins les mieux informés, et l'histoire religieuse du XVIe siècle se présentera sous un jour plus consolant.

(1) Outre les textes connus de Mendieta et de ses collègues, nous croyons avoir trouvé un témoignage nouveau dans un manuscrit mexicain du XVIe siècle. M. José María Vigil, le savant et très obligeant directeur de la Bibliothèque nationale, a bien voulu nous communiquer un recueil d'écrits en aztèque, où nous voyons, entre autres, sous le titre *Ynipan mihtoa*, etc., un plaidoyer contre les superstitions (cfr pp. 388, 406). L'auteur (nous le savons par le prologue d'un autre opuscule) est Fr. Juan de Alameda, un des missionnaires de la première heure et des mieux placés pour connaître les coutumes indigènes.

Ce qui alarma surtout Sahagun, ce fut la découverte du *tonalamatl* ou calendrier rituel. Mais, franchement, son explication est si peu fondée que, si le reste de son réquisitoire ne repose pas sur de meilleurs arguments, il faudra beaucoup en rabattre. D'après lui, les indigènes, restés idolâtres après la prédication de l'évangile, s'ingéniaient à dissimuler leurs fêtes païennes et les célébraient sous le couvert d'un nouveau calendrier de 260 jours, composé à cet effet. En insérant des caractères étrangers aux vingt signes propres de ce comput, ils auraient greffé sur lui tous leurs augures et leurs pratiques de divination. Les plus habiles d'entre eux ayant achevé ce long travail, ils l'auraient fait passer pour un calendrier en honneur chez leurs ancêtres de date immémoriale, tout à fait inoffensif, sans sacrifices, sans mythes d'aucune sorte. Ils n'en montraient pas d'autre aux importuns qui les fatiguaient d'interrogatoires au sujet de leurs rites anciens. « Mais moi, dit Sahagun, je découvris la fraude : car le véritable calendrier (de 365 jours), avec l'indication de toutes les fêtes, je l'avais vu et fait copier depuis longtemps. Du reste, cette période de 260 jours, qui ne se réglait pas sur les révolutions des astres, comment pouvait-elle être la base d'un calendrier ? » Torquemada paraît abonder en ce sens.

L'invraisemblance de ces accusations saute aux yeux. Que la combinaison nouvelle ait profité à quelques indigènes hypocrites, c'est possible ; qu'elle fût spécialement affectée aux pratiques des astrologues, personne ne le nie ; mais ce fait même ne se retourne-t-il pas contre toutes les interprétations trop défiantes ? Dans la supposition que les faux chrétiens aient composé le tonalamatl pour échapper aux soupçons et n'être plus inquiétés, quoi de plus naturel que d'en éliminer jusqu'aux dernières traces d'idolâtrie, et notamment le fameux *arte adivinatoria ?* Si, au contraire, il apparaît constamment chargé de signes cabalistiques, c'est précisément parce qu'il précéda, et de plusieurs siècles, l'arrivée des missionnaires.

Ceci nous mène au cœur de la discussion, et, quoique la théorie surannée des auteurs qui la provoquent ne mérite guère d'être réfutée, il importe de rappeler la haute antiquité du tonalamatl et d'en fixer le caractère.

Les Nahoas connaissaient trois années : l'année civile de 365 jours, dont nous avons parlé plus haut; l'année astronomique ou solaire, qu'ils apprirent de bonne heure à mesurer assez exactement; l'année rituelle, appelée tonalamatl, comme la peinture hiéroglyphique qui la représente. Elle comprenait vingt périodes de treize jours, formant un cycle complet en deux cent soixante jours. Son iconographie consistait en vingt signes répétés toujours dans le même ordre; seulement (et ce détail est essentiel) au lieu de se développer en séries de vingt, ils se décomposaient en treizaines. La première se formait des symboles un à treize (1 *cipactli*, 2 *ehecatl*,... 13 *acatl)*; la seconde, des sept caractères restants, après lesquels se reproduisaient les six premiers signes de la vingtaine (1 *ocelotl*,... 7 *xochitl*, 8 *cipactli*, 9 *ehecatl)* et ainsi de suite. Il n'y avait donc pas, comme on l'a dit, treize mois de vingt jours (ce qui les aurait confondus avec les mois de l'année vulgaire), mais vingt périodes de treize jours. Chacune d'elles occupe, dans les tonalamatl que nous connaissons, un feuillet ou table chargée de symboles : avant tout celui de la divinité qui présidait à la treizaine, puis ceux des jours, les figures des *acompañados de la noche*(1), et des caractères astrologiques.

Ce calendrier était, chez les peuples de l'Anahuac, le pivot de toutes les combinaisons chronologiques, et la base même de l'organisation religieuse. Il servait à fixer

(1) Après 260 jours révolus, le cycle religieux recommençait, en se combinant avec l'année solaire. Mais pour éviter la confusion qui pouvait naître de la répétition des signes du tonalamatl, on leur adjoignit d'abord des symboles nouveaux. Tel était à l'origine le rôle des neuf *acompañados :* mais bientôt, quoi qu'en dise M. Orozco y Berra, l'on abandonna ce système, qui dérangeait l'ordre des périodes. Cfr le tonalamatl publié à Paris par M. Aubin, et A. Chavero, *Op. cit.*, pp. 389 et 698 sqq.

les fêtes qui arrivent à des dates différentes d'une année à l'autre, et c'était d'après lui que les *tlamacazqui*, au commencement de chaque treizaine (comme les prêtres romains aux calendes du mois), annonçaient au peuple les solennités mobiles de la période. Puis encore, c'était le livre sacré des augures. Un enfant venait-il de naître? Aussitôt les *tonalpouhque* ou devins recouraient au tonalamatl : d'après le signe régnant, la divinité tutélaire, l'état des planètes, ils tiraient l'horoscope, et remettaient au père la représentation hiéroglyphique des vertus, des vices, de tout l'avenir de l'enfant. Celui-ci, plus tard, devait constamment porter sur lui ces prédictions. Moins inflexible cependant que le *fatum* d'autres peuples, le mauvais augure pouvait être conjuré par des offrandes aux dieux ou par une éducation soignée (1). Bien qu'essentiellement rituel et astrologique, le calendrier de 260 jours avait une portée plus générale. Les travaux des champs, par exemple, pouvaient se régler sur lui : il commençait (d'après l'opinion la plus probable) au premier mars, à l'époque où l'on semait le maïs, et finissait vers la mi-novembre, après la récolte rentrée. La première fête saluait la floraison des roses, la dernière s'appelait « l'adieu des fleurs ».

Et maintenant, où fixer l'origine de ce calendrier étrange, si caractéristique, si peu analogue à ceux des autres civilisations ? Pour M. Orozco y Berra, il représente le premier travail chronologique des Nahoas primitifs, et l'année de 365 jours est chez eux une importation de l'ancien monde, due à Quetzalcoatl et peut-être à des missionnaires précolombiens. M. Alfredo Chavero renverse les termes : revendiquant l'année solaire pour les premiers temps de la race, il reporte à la période toltèque le comput rituel, lequel place si haut le culte de Quetzalcoatl (personnification de la planète Vénus), et est telle-

(1) Orozco y Berra, *Historia antigua de México*, t. II, p. 23.

ment chargé de fêtes, qu'il doit venir de Tollan. Le savant américaniste ajoute que, dans les souvenirs des peuples mexicains, Oxomoco et Cipactli ou Cipactonal figurent, aux âges héroïques, comme auteurs du calendrier vulgaire. Nous ferons observer que la tradition, assez vague il est vrai, fait aussi intervenir ces personnages dans la composition du tonalamatl.

A notre sens, une distinction que suggère M. Chavero lui-même peut seule résoudre le problème. Les grands civilisateurs du VIIe siècle, les Toltèques, donnèrent au culte une incroyable splendeur, en multipliant les fêtes. Les premiers aussi ils associèrent au calendrier civil l'année religieuse de 260 jours, pour arriver au cycle de 52 ans qui résulte de cette combinaison (1). Mais ce qu'ils n'inventèrent pas, c'est le tonalamatl lui-même. Plusieurs siècles avant la fondation de Tollan, nous en trouvons les éléments constitutifs chez leurs ancêtres nahoas et chez les races parentes ou voisines. Partout ou presque partout apparaissent les vingt treizaines, concurremment avec la chronologie ordinaire des dix-huit mois de vingt jours.

En tout état de cause, le tonalamatl ne saurait être (avons-nous besoin de le dire ?) ce que prétend certaine école, une invention postérieure à la conquête et destinée à masquer le véritable calendrier de 365 jours. Celui-ci, nos adversaires l'accordent, se perd dans les origines de la race : eh bien, si loin que nous le puissions suivre à partir de l'âge toltèque, il se montre tellement dominé, pénétré par le comput religieux que, sans celui-ci, il ne peut plus guère se comprendre. D'où vient, sinon du tonalamatl, le groupement des vingt signes, la nomenclature des mois telle que la donne Gama, et le cycle des quatre *tlalpilli ?*

Il y a plus : les civilisations antiques qui se sont rem-

(1) Le cycle comprenait 4 tlalpilli ou treizaines d'années civiles; et chacune d'elles (si l'on fait abstraction des 5 *nemontemi)* revient exactement à 18 tonalamatl de 260 jours.

placées ou juxtaposées dans l'Anahuac, pourraient toutes déposer en faveur de la haute antiquité du calendrier rituel, et nulle avec plus de force que celle des Zapotèques. Ce peuple, qui a laissé un sillon si profond dans l'histoire mexicaine, se rattachait-il immédiatement aux races du sud, ou bien appartenait-il au groupe ethnique des Nahoas ? Malgré l'incontestable autorité de M. Chavero, nous inclinons à voir en eux l'avant-garde de l'armée émigrante du nord, altérée déjà par son contact avec les Quichés et les Mayas ; mais un fait que personne ne peut nier, c'est qu'au moins ils s'imprégnèrent de bonne heure de la civilisation nahoa et la firent rayonner autour d'eux. Plus de mille ans avant que Mexico Tenochtitlan s'élevât au sein de la grande lagune, et dès le deuxième siècle de notre ère, nous les trouvons établis dans Tzapotecapan ou, comme ils disaient, dans Didjaza. S'ils se modifièrent au contact de leurs voisins, si plus tard ils furent envahis par les influences toltèques, ils nous ont transmis pourtant des monuments évidemment authentiques des premières phases de leur théogonie et de leur chronologie. C'est à cette époque reculée que remonte la pierre de Zaachila, avec le symbole nahoa *ce acatl*, et les traces du culte de Quetzalcoatl, si intimement lié au calendrier religieux. Plus expressives encore sont les superbes ruines de la pyramide de Xochicalco, dont les constructions, apparentées à celles de Palenque et de Copan, attestent les relations des Zapotèques avec les théocraties voisines. Dans une des principales sculptures, on a relevé le traditionnel serpent à plumes (Quetzalcoatl), divers caractères chronographiques du système nahoa, et entre autres les nombres 18, nombre des mois de l'année solaire, et 13, chiffre fondamental du tonalamatl.

Ces indications pourront sembler douteuses : pour lever toute incertitude, il n'y a qu'à rappeler l'ancien calendrier zapotèque publié en 1578 par Fr. Juan de Córdoba dans

son *Arte en lengua zapoteca* (1). Il contient vingt signes, se reproduisant dans un même ordre invariable et répartis en séries de treize. Ces treizaines, appelées *cocij* ou *tobicocij*, sont au nombre de vingt, et donnent l'année de 260 jours. Réunies cinq par cinq, elles forment quatre groupes soumis à l'influence d'autant d'astres principaux. Les signes initiaux sont *chilla, läna, gollöo, guillöo.* N'est-ce pas bien là, sauf des modifications accidentelles, tout le mécanisme du tonalamatl septentrional? Seulement, il s'employait à Didjaza bien des siècles avant que les Aztèques fissent irruption dans l'Anahuac, et ne saurait par conséquent être attribué à une manœuvre hypocrite des faux chrétiens indigènes.

L'on s'est inscrit en faux contre ces conclusions en disant, avec Sahagun, qu'une période de 260 jours, n'étant réglée sur le cours d'aucun astre, ne pouvait former calendrier. Nous l'avouons, les données astronomiques qui sont à la base de la chronologie nahoa nous paraissent parfois indécises. Boturini, Gama, Veytia, Orozco y Berra, qui se sont aventurés dans ce dédale, ne s'entendent pas toujours, et chacun des systèmes proposés a des points faibles. Vainement, par exemple, l'on a cherché à prouver que l'observation des mouvements de la lune intervenait dans la composition du tonalamatl. D'après une théorie récente de M. Chavero, Motolinía seul peut fournir la clef du calendrier rituel. Effectivement, dans un précieux manuscrit de la collection Icazbalceta, le célèbre chroniste nous apprend que la planète Vénus, en grande vénération au sein du sacerdoce nahoa, avait donné naissance au comput de 260 jours. Comme ces prêtres-astronomes n'ignoraient pas que le même astre est alternativement *Lucifer* et *Vesper*, ils personnifièrent son apparition matinale dans Huitzilopochtli, celle du soir dans Quetzalcoatl. La double manifestation de l'étoile s'appelait *opanollin*, et c'est à

(1) Icazbalceta, *Bibliografía mexicana del siglo XVI*, p. 223.

elle que se rapportent vraisemblablement quelques-uns des symboles cruciformes si fréquents dans les pictographies et les sculptures antiques. Peut-être même la plupart de ces croix n'ont-elles qu'une signification astronomique ou chronologique. Il en est pourtant (dût cette opinion paraître surannée) qui nous semblent échapper à toute explication de ce genre; et, si l'on rapproche des monuments anciens tout un faisceau de preuves fournies par l'histoire islandaise, par les traditions toltèques et par le code religieux de diverses races américaines, la thèse de l'évangélisation précolombienne pourra encore se soutenir.

De nombreux indices confirment ce qu'avance Motolinia au sujet du culte de la planète Vénus. Il ajoute, pour rendre compte de la formation du tonalamatl, que l'étoile du soir est visible dans tout son éclat précisément pendant 260 jours. Soit ; mais la vraie période de l'astre est d'environ 290 jours, et est-il probable que les astronomes toltèques, si exacts ailleurs, l'aient ignoré ? Nous ne le pensons pas. Pour comprendre cette anomalie, il faut recourir aux périodes cabalistiques. 13 était le nombre de leurs principales divinités et corps célestes, 20 la base de l'arithmétique nahoa ; et, par respect pour ces chiffres sacrés, ils pliaient tout à certaines séries mystiques, se résignant à n'avoir qu'une concordance imparfaite avec les mouvements des astres. Ce n'était que par des combinaisons multiples, et après un laps de temps plus ou moins long, qu'ils arrivaient à des résultats précis (1).

Ces combinaisons dans les divers computs mexicains sont ingénieuses et fort élégantes. Qui sait si les plus subtiles d'entre elles, mises en relief par les écrivains modernes, furent connues et voulues des Nahoas ? Mais certainement l'ensemble accuse des connaissances astronomiques avancées et supérieures, nous paraît-il, au degré de culture, si élevé qu'on le suppose, que révèlent les autres aspects de la civilisation aztèque.

(1) Cfr Orozco y Berra, *Historia antigua de México*, t. II, pp. 29 sqq.

Une étude spéciale sur le calendrier devrait entrer dans le détail des intercalations et des suppressions, fixer le signe initial des ères diverses, chercher l'origine de l'ancien cycle nahoa de 80 ans et de celui de 20 ans ; traiter des quatre périodes qui divisaient le mois de 20 jours, et qui se terminaient chacune par le *tianquiztli* ou jour de marché. Mais nous devons nous borner ici aux observations générales que suggère le fragment de Sahagun publié par M. Icazbalceta.

(A suivre.)

A. Gerste, S. J.

BIBLIOGRAPHIE

I

Les Pygmées, par A. de Quatrefages. Paris, J. B. Baillière et fils, 1887. — Un vol. in-16, pp. VII-352.

Les légendes de l'antiquité et les renseignements des classiques, Homère, Aristote, Pline, Hérodote, Ctésias et Pomponius Mela, attestent que de tout temps il y a eu des peuplades entières composées d'hommes à la taille plus ou moins exiguë. Les Pygmées, en un mot, ne sont pas un mythe : ils ont toujours existé et même ils ont joué un rôle ethnologique très réel. Depuis plusieurs années, l'attention de M. de Quatrefages avait été attirée sur les petites races nègres : à plusieurs reprises, il était revenu sur ce sujet dans ses cours et dans diverses publications. Aujourd'hui il a voulu réunir et fondre ces matériaux " dans un livre qui présente ainsi une sorte de monographie du type pygmée, très curieux à plus d'un titre ".

Le savant professeur a divisé son travail en sept chapitres, dont voici les différents sujets : Après avoir examiné les éléments fournis par les anciens sur les peuplades de petite taille, il aborde l'histoire générale des pygmées orientaux, puis il en étudie les caractères physiques en insistant d'une façon particulière sur les Mincopies, dont il décrit les traits intellectuels, moraux et religieux. Un cinquième chapitre s'occupe des Négritos autres que les Mincopies, un sixième traite des Négrilles ou pygmées d'Afrique, et le dernier est consacré aux Hottentots et aux Boschismans.

On le voit, les pygmées dont M. de Quatrefages s'est occupé sont les populations nègres de l'Asie, de la Malaisie, de la Mélanésie et de l'Afrique, caractérisées par la petitesse de la taille et la gracilité relative des membres. L'éminent professeur du Muséum propose de nommer *Négritos* les nains asiastiques et malais, et de réserver pour l'ensemble des tribus naines de l'Afrique la dénomination de *Négrilles* mise en avant par M. Hamy.

Il ne faudrait cependant pas s'imaginer que les populations à petite taille sont encore aujourd'hui groupées en tribus ou répandues sur une aire géographique continue. Au contraire, depuis des siècles, les pygmées ont disparu comme peuples ; parfois on en rencontre quelques faibles tribus, mais le plus souvent il y a confusion et mélange avec d'autres races. Toutefois, même après leur disparition, les petits noirs ont laissé leur empreinte dans la population actuelle.

Ces préliminaires établis, étudions, avec M. de Quatrefages, les deux groupes de populations naines : l'un oriental, celui des Négritos ; l'autre occidental ou des Négrilles.

I. Les Négritos. — Comme nous le disions, les Négritos sont, pour M. de Quatrefages, les petits nègres d'Asie et de Malaisie. De taille très exiguë, à formes arrondies, ayant le crâne brachycéphale ou sous-brachycéphale, c'est-à-dire court, élargi et peu élevé, les Négritos orientaux se partagent, au point de vue de leur habitat, en deux groupes, l'un continental et l'autre insulaire.

Les Négritos du groupe insulaire sont répandus dans les îles nombreuses qui forment la Malaisie et la Mélanésie, depuis la Nouvelle-Guinée à l'est jusqu'aux îles Nicobar et Andaman dans le golfe du Bengale à l'ouest, et depuis les îles de la Sonde au sud jusqu'à Formose au nord. Ce sont d'abord les indigènes de Luçon, les *Negritos del monte* des écrivains espagnols, qui se nomment eux-mêmes *Aigtas*, *Inagtas*, c'est à-dire " les noirs ". Maintenant, cette dénomination est devenue *Aëtas*. Après les Négritos de Luçon, il faut citer ceux de l'île Bougas appelée par les Espagnols *Isla de los Negros*, les Ates de Paney, les *Hilloonas* et les *Mamanouas* de Mindanao. A Formose, à Bornéo et dans tout l'archipel des Célèbes, on a retrouvé les caractères de la race. Bien plus, dans les îles de Liou Kiéou, c'est-à-dire au milieu des populations japonaises, des explorateurs ont constaté la présence de véritables métis négritos. Mais à Java et à Sumatra, nulle trace. M. de Quatrefages pense que là il leur a été impossible de se défendre contre les puissantes races qui ont

élevé les Mille Temples et sculpté les bas-reliefs de Bôrô-Boudour. En Mélanésie, M. d'Albertis a signalé les Négritos au nord-ouest de la Nouvelle-Guinée chez les Karons, puis à l'extrémité méridionale dans les îles du détroit de Torrès, à Epa et à Port Moresby. Il ne faudrait pas vouloir, avec Pickering, étendre jusqu'aux Nouvelles-Hébrides l'aire d'habitat des petits nègres. Cependant, à en croire M. Beccari, la limite sud-orientale de cet habitat devrait être étendue jusqu'à la province de Queensland.

Sur le continent asiatique, malgré l'affirmation contraire de géographes éminents, l'existence des Négritos est aussi indubitable que dans les colonies insulaires qui s'échelonnent des Andaman jusqu'à Formose. Ainsi, l'on a signalé leur présence dans la presqu'île de Malacca, car les Sémangs du royaume de Kédah sont de véritables Négritos. Il en est de même du groupe des Jakuns des environs de Singapore et des Sakays de Pérak. La presqu'île annamite a aussi ses représentants du type négrito : ce sont les Moïs. Mais c'est surtout dans l'Inde méridionale et centrale que ce type demeure abondant. M. Campbell n'hésite pas en effet à rattacher aux Négritos l'ensemble des tribus aborigènes. Ainsi les Santals, les Oraons, les Coorumbas du district de Malwar et les Doms trahissent, par quelques-uns des caractères fondamentaux, leur origine négrito.

Donc, en somme, de nos jours encore, la race négrito pure ou métissée s'étend en mer de l'extrémité sud-orientale de la Nouvelle-Guinée à l'archipel des Andaman et des îles de la Sonde jusqu'au Japon. Sur terre, elle va de l'Annam et de la presqu'île de Malacca aux Ghattes occidentales et du cap Comorin à l'Himalaya.

Nous avons distingué dans les Négritos un groupe insulaire et un groupe continental. Division purement géographique ; MM. de Quatrefages et Hamy en ont introduit une autre, beaucoup plus importante. En réalité, certaines divergences de teint, de conformation et surtout de craniométrie motivent une séparation entre les Négritos de la Nouvelle-Guinée et de l'archipel indien d'une part et ceux des îles Philippines et des Andaman d'autre part. Les premiers, qu'on pourrait appeler le rameau oriental, ont le crâne plus allongé ; ce sont les Négrito-Papous, et leur aire paraît être exclusivement pélasgique. Les seconds qui constituent le rameau oriental sont les Négritos proprement dits, et ils habitent à la fois les îles et le continent.

Comment expliquer la diffusion des petits nègres sur une si vaste étendue du monde maritime oriental ?

M. de Quatrefages compare leurs migrations à celles des Polynésiens. Il admet que, dans les archipels indous et mélanésiens, les Négritos forment le premier fonds de la population. Ce devaient être du reste de hardis marins, et leurs connaissances nautiques ont souvent fait l'admiration des matelots anglais. Primitivement, le type nègre s'est caractérisé " dans l'Asie méridionale ", dit M. de Quatrefages ; nous préférerions dire " centrale ". De là ont irradié les divers représentants du type, les uns à l'est, les autres à l'ouest. Telle est l'origine des populations noires de la Mélanésie et de l'Afrique. D'autres sont demeurées dans l'Inde et l'Indo-Chine.

Passons maintenant à l'examen des caractères physiques des pygmées orientaux. Sur le groupe des Négrito-Papous, les renseignements n'abondent pas. Voici quelques données qui ressortent des recherches de MM. Crawfurd, Everard Home, Beccari, Léon Laglaise, Meyners d'Estrey. La taille ne dépasse pas $1^m,525$; les formes sont maigres et chétives, la peau est plus claire que chez les Africains. Les cheveux laineux poussent par touffes, le front est plus élevé que celui des nègres, le nez plus saillant et les lèvres plus proéminentes.

Les Négritos proprement dits sont mieux connus. En ce qui concerne la taille, on a les moyennes suivantes :

Aëtas (Philippines)	$1^m,413$.
Mincopies (îles Andaman). . . .	$1^m,358$.
Négritos de Malacca.	$1^m,507$.

Longtemps on a cru que les Lapons étaient la race la plus petite du globe. D'après les récentes mensurations opérées sur les Négritos, cette opinion doit aujourd'hui disparaître. En effet, voici quelle est, au point de vue de la petitesse, l'échelle actuelle des races (nous ne disons pas des tribus): Boschismans, $1^m,370$; Négritos, $1^m,451$; Lapons, $1^m,550$.

M. de Quatrefages insiste surtout sur les Mincopies des îles Andaman et il en décrit soigneusement le type. Chez tous les Mincopies, le corps est presque tout d'une venue et s'élargit à peine au bassin. La poitrine et les épaules sont larges, les pectoraux et les avant-bras musculeux; les mains, plutôt petites que grandes, portent de longs doigts. La chevelure est laineuse et le teint d'un noir très prononcé. Très petite, la tête du Mincopie dont le crâne est sensiblement pentagonal a quelque chose de massif pour la face, à cause de l'écartement des arcades zygo-

matiques, du peu de profondeur de la fosse canine et de la direction de l'apophyse montante du maxillaire, qui se dirige droit vers le haut au lieu de relever la charpente du nez.

Mais c'est surtout aux caractères intellectuels, moraux et religieux des Mincopies que M. de Quatrefages consacre une longue étude, empruntée, il est vrai, en majeure partie, aux publications de M. Man. Attaché pendant onze ans au pénitencier des Andaman, chargé pendant quatre ans de tout ce qui concernait le gouvernement et la direction des indigènes, M. Man a étudié à fond la langue des insulaires, il a gagné leur confiance et s'est trouvé ainsi à même de fournir les plus précieuses données pour l'ethnologie des Mincopies.

L'idiome de ce peuple a, pour la linguistique générale, une grande importance. On peut y saisir sur le vif l'évolution naturelle d'une langue, opérée en dehors de toute influence étrangère, puisque les Mincopies ont toujours vécu dans un isolement à peu près absolu. Ensuite, ce langage remonte à une très haute antiquité, ayant probablement précédé tous ceux qui se parlent à Malacca, à Siam et peut-être même dans l'Inde. On a tenté des rapprochements entre le dialecte andamanien et la plupart des idiomes de l'Asie, de l'Afrique et des deux Amériques. Sur ce point, nous nous en tiendrons à l'opinion suivante d'un linguiste compétent, M. le lieutenant R. C. Temple : " Les langues mincopies, dit-il, sont avant tout purement et simplement agglutinatives. Mais ce qui en fait un groupe spécial et distinct, c'est l'emploi fréquent et simultané des particules affixes et suffixes. Pour les affixes, elles suivent les lois des autres langues agglutinatives; les principes pour la construction des suffixes sont ceux bien connus des langues sud-africaines. „

Il est toutefois à remarquer qu'aux Andaman il y a autant de langues distinctes qu'il existe de tribus, c'est-à-dire une douzaine : fait étrange pour une aire si restreinte, puisque ces îles s'étendent sur une longueur de 250 kilomètres et une largeur de 32, et d'autant plus étrange qu'en Polynésie, par exemple, en dépit de l'espace et des migrations, la langue originaire a donné naissance à de simples dialectes, tandis qu' " un habitant de la Nord-Andaman est aussi complètement incapable de se faire comprendre par un natif de la Sud-Andaman qu'un paysan anglais le serait s'il s'adressait à un Russe. „ C'est M. Man qui atteste le fait.

Nous devons renvoyer le lecteur à l'ouvrage de M. de Quatrefages pour les autres détails relatifs aux caractères intellectuels

des Mincopies. Il y trouvera des traits curieux sur l'état social de ces insulaires, leur division en tribus, leur hiérarchie. Les pages consacrées à la famille sont bien intéressantes : les Mincopies gardent la monogamie, ont une instinctive horreur de l'inceste, et traitent leurs femmes avec un respect et une considération qui pourraient être imités avec avantage par certaines classes de nos propres populations. En un mot, il règne dans les rapports sociaux une grande délicatesse, on reconnaît et l'on garde les droits de la propriété, l'hospitalité est en honneur. Malheureusement, il y a parfois des querelles et des guerres terribles. Les funérailles donnent lieu à une foule de rites et d'observances. Comme d'autres peuples encore, les Mincopies recueillent les ossements de leurs morts pour les nettoyer, les distribuer aux parents et les disposer en colliers.

Si M. de Quatrefages a étudié avec une prédilection si visiblement marquée les caractères ethniques des Mincopies, nous n'oserions affirmer qu'aucune idée préconçue n'a inspiré cette préférence. On peut, semble-t-il, découvrir la trace d'un préjugé dans les réflexions suivantes : " A tous les points de vue, la question de l'outillage des Mincopies présente un intérêt spécial. En outre, il touche à des questions vivement controversées à propos de nos races fossiles européennes et en particulier à celle de l'homme tertiaire. „ Il en est ainsi, M. de Quatrefages a cette conviction profonde que les indigènes des îles Andaman peuvent lui fournir la preuve scientifique de l'homme tertiaire, dont il demeure un fidèle tenant malgré les rudes atteintes subies par la thèse en ces derniers temps. Voici comment le savant professeur croit pouvoir appuyer la théorie de l'homme tertiaire sur l'ethnologie des Andamaniens.

A ses yeux, si l'on fait abstraction de certaines difficultés géologiques, trois objections principales mettent seules encore obstacle à l'existence de l'homme tertiaire : le nombre des prétendus silex tertiaires est trop exorbitant, les craquelures n'accusent pas nécessairement le travail humain, et les retouches s'expliquent par l'action des forces naturelles. Eh bien, le savant professeur du Muséum croit ne pas s'abuser en disant que " l'histoire ethnographique des Mincopies répond à toutes les objections que l'on peut faire à l'existence de l'homme tertiaire de Thenay, en tant que ces objections relèvent de cet homme lui-même et de son genre de vie. „

Nous ne sommes pas aussi convaincu et nous dirons simplement que, si l'homme tertiaire de la Beauce a existé — ce qu'il

faudrait prouver au préalable, — son outillage ne devait pas différer notablement de celui des Andamaniens. Voilà tout ce que M. de Quatrefages nous semble avoir démontré, et rien de plus. On est un peu surpris de voir un esprit éminent se contenter d'arguments si minces, et surtout de trouver encore cités, comme preuve que l'homme vivait en Europe dès les temps tertiaires, les os incisés recueillis par M. Capellini dans le pliocène de Monte Aperto. Nous ne serons pas démenti, croyons-nous, en disant que presque personne n'attribue les entailles de ces ossements à l'homme.

N'insistons pas plus longtemps sur le reste des détails fournis par M. de Quatrefages relativement à l'ethnologie des Mincopies et des autres Négritos, et jetons un rapide coup d'œil sur la seconde partie de l'ouvrage qui s'occupe des Négrilles ou pygmées d'Afrique.

II. Les Négrilles. — Les pygmées des anciens étaient probablement ceux du continent africain; toutefois ils n'ont pas été retrouvés par les modernes avant le XVIIe siècle. A dater de cette époque, tous les voyageurs en Afrique, depuis Battel en 1625 jusqu'à Stanley et Grenfell en ces derniers temps, ont rencontré les pygmées. On peut ici également distinguer deux rameaux : les Négrilles occidentaux et les orientaux. Citons sur ce vaste territoire de la Guinée les M'Boulous, les Babonkos et les Akoas, sans compter des individus isolés rencontrés dans un grand nombre de tribus. On peut croire que les diverses populations à petite taille de l'Afrique occidentale se rattachent les unes aux autres. En effet, " toute la région guinéenne a été le théâtre d'invasions successives, qui ont amené au bord de la mer des conquérants venus de l'intérieur. "

Au centre de l'Afrique existe encore une population de nains appelés *Vouatouas :* elle est très considérable, répandue sur un immense espace, et a conservé une complète indépendance. A ces Négrilles se rattachent les *Batouas* rencontrés par le Dr Wolff, et qui seraient, si les renseignements de ce voyageur sont exacts, la plus petite race humaine connue ; car aucun Batoua ne dépasse 1^m,40 et la moyenne de leur taille est 1^m,30. M. de Quatrefages emprunte ces détails à un article de la *Gazette géographique* (1). Depuis l'apparition de son livre, la même revue a publié une relation de voyage du Rev. Grenfell, qui a constaté la présence de Négrilles dans l'Oubangi (2).

(1) Volume de 1887, p. 153.
(2) N° de juillet 1887.

Mais les nains les plus célèbres et les mieux connus de l'Afrique sont assurément les Akkas. Nos lecteurs doivent se rappeler encore Tébo et Chairallah, les deux jeunes Akkas élevés par le comte Miniscalchi Erizzo et présentés par lui au congrès de géographie de Paris en 1879. M. Giglioli, dans un mémoire résumé par M. de Quatrefages, fait l'histoire intéressante de l'éducation de ces deux Négrilles depuis l'époque où ils furent recueillis par la famille Miniscalchi.

Au sud de l'Afrique, les Hollandais découvrirent en 1652 un autre peuple de pygmées. Leur stature descendait en moyenne à $1^{m},37$ chez les hommes et à $1^{m},22$ chez les femmes. C'étaient les *Bushmen, Bosjesmans, Boschismans*, " hommes des bois ". Vigoureux et remarquablement agiles, vivant du produit de la chasse, ils erraient par petites bandes de quinze à cinquante individus. Devant l'invasion européenne qui s'est substituée aux races primitives sur une grande étendue, les Boschismans et les Hottentots ont en grande partie disparu. Seules, quelques tribus ont conservé intactes les mœurs et les croyances de leurs ancêtres. Un écrivain anglais, M. Hahn, qui a vécu neuf années parmi elles, vient de leur consacrer un ouvrage du plus haut intérêt. Dans son dernier chapitre, M. de Quatrefages en présente des extraits très développés. Nous n'en dirons rien ici, parce que M. Hahn insiste principalement sur la mythologie de ces peuples, et cette étude nous entraînerait trop loin.

Il sera plus à propos de revenir sur certaines considérations générales que provoque l'examen des Négrilles africains. Tout d'abord, nous devons signaler ce fait que, dans tout le continent noir, de la Sénégambie et du Gabon jusqu'au pays des Gallas et des Mombouttous, se rencontrent des groupes humains " caractérisés par une petite taille, par une tête relativement grosse et arrondie, par une teinte moins foncée que celle des nègres proprement dits, par des instincts et des mœurs presque semblables ".

M. de Quatrefages est très convaincu que les races naines d'Afrique sont les pygmées entrevus par les anciens. En particulier, il ne doute pas qu'il ne faille identifier les Négrilles de Sénégambie avec les nains découverts par les cinq Ṇasamons dont Hérodote raconte le voyage au livre II de ses Histoires. Nous serions très heureux de pouvoir nous rallier aux vues du savant professeur du Muséum, et dans ce but nous avons étudié d'assez près, dans le texte et dans plusieurs commentateurs, le passage d'Hérodote. Cet examen, en nous éloignant des idées de M. de Quatrefages, nous a rapproché davantage des réflexions

fort prudentes émises naguère par la *Revue critique* (1). " Personne ne reconnaît exactement la route suivie par les cinq Nasamons (si tant est qu'ils aient jamais existé), et le texte est tellement obscur qu'on peut aussi bien les faire arriver au Bahr al Gazal que sur le Niger. Hérodote ne disant pas combien de temps les Nasamons marchèrent dans la direction nord-sud, puis dans la direction est-ouest, les éléments du problème font presque complètement défaut „.

Quoi qu'il en soit, l'ancienneté et l'importance ethnologique des Négrilles demeurent un fait avéré, et, en Afrique comme en Asie, ils semblent avoir été les premiers occupants du sol. Bien plus, les Négritos d'Asie et les Négrilles d'Afrique appartiennent à une seule et même race : l'étude détaillée des têtes osseuses ne laisse aucun doute à cet égard.

D'où viennent ces rapprochements ? Sont-ils le résultat d'une commune origine ? Il n'y a pas à en douter, et, si les représentants du type noir pygmée sont aujourd'hui dispersés à l'orient et à l'occident, ils étaient, aux premiers jours de l'espèce humaine, réunis en Asie avec les races jaunes et blanches. De bonne heure, ils durent chercher par mer une nouvelle patrie, pour échapper aux envahisseurs, et, par suite de la différence des habitats, ils émigrèrent les uns à l'est, les autres à l'ouest. " Voilà comment ils furent les premiers à peupler les archipels orientaux et ceux de la mer du Bengale, comment ils arrivèrent en Afrique en traversant le détroit de Bab-el-Mandeb et le golfe d'Aden. Partout d'ailleurs les Négritos et les Négrilles ont précédé les Papouas et les Nègres africains proprement dits. „

Nous avons consciencieusement exposé les principales conclusions scientifiques du nouveau livre de M. de Quatrefages et fait ressortir le très grand intérêt qu'il présente pour l'ethnographie générale. Il est à souhaiter que le savant professeur continue ces premières recherches sur les races naines : le sujet n'est pas épuisé, croyons-nous, et nous serions, en particulier, très reconnaissant à M. de Quatrefages s'il voulait bien donner quelque jour son avis sur les pygmées de la vallée de Ribas (province de Gerona, en Espagne) récemment signalés par M. Miguel Maratza (2) et sur les nains de Panama dont M. Alphonse Pinart annonçait naguère la découverte (3).

J. G.

(1) *Revue critique*, 1887, p. 437.

(2) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, avril 1887, *Bulletin d'ethnographie et de linguistique.*

(3) *Revue d'ethnographie*, janvier 1887, p. 35.

II

THEORIE ET APPLICATIONS DES ÉQUIPOLLENCES, par C.-A. LAISANT, député, docteur ès-sciences, ancien élève de l'École polytechnique. 1 vol. in-8° de XV-299 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1887

Le calcul directif, dont les premières traces remontent à un siècle environ, était encore il y a vingt ans à peu près ignoré en France ; c'était là pourtant qu'il avait puisé son origine ; mais il ne devait acquérir droit de cité chez nous qu'après avoir été consacré en Italie par les travaux importants de Giusto Bellavitis qui lui a donné sa forme définitive et le nom aujourd'hui généralement admis de *Calcul des équipollences*.

C'est à Abel Transon et à Hoüel que revient l'honneur d'avoir initié le public français aux principes de cette ingénieuse méthode. Mais leurs publications, très sommaires, ne constituaient qu'une première indication, et ce n'est que de la traduction de l'ouvrage de Bellavitis donnée en 1874 par M. Laisant que date l'essor pris dans notre pays par la méthode des équipollences. Ajoutons que les travaux personnels de M. Laisant ont pour leur part largement contribue à faciliter cet essor.

Tous ceux qui s'occupent aujourd'hui de mathématiques savent au moins en quoi consiste le principe de cette méthode, qui n'est, au fond, que l'interprétation géométrique du calcul des quantités imaginaires, présenté sous la forme qui lui a été donnée par Cauchy. Mais il ne suffit pas de cette notion vague pour être en mesure d'utiliser le calcul des équipollences. Il faut être familiarisé avec ses symboles, avec les règles auxquelles ils obéissent, avec leur signification géométrique.

Une telle étude n'offre pas de difficulté spéciale pour celui qui possède déjà de solides notions en mathématiques, mais elle exige un guide capable de bien diriger l'attention de l'étudiant et de lui offrir un choix varié d'exercices ; car ce n'est véritablement que par les exercices qu'on arrive à s'assimiler la méthode des équipollences, qui exige bien plutôt de l'habitude que de la tension d'esprit ; et ce n'est pas là son moindre avantage.

La traduction de l'ouvrage de Bellavitis permettait déjà de satisfaire ce besoin ; mais, au moment d'en préparer une nouvelle édition, M. Laisant qui, pour répondre aux exigences particulières du public français, avait dû introduire dans la première édition un grand nombre de notes et d'additions, s'aperçut qu'il

était préférable de refondre complètement l'ouvrage ou, plutôt, d'en écrire un autre conçu d'après un plan différent tout en reposant sur le même fond.

Le livre comprend deux parties. La première, intitulée *Théorie des équipollences*, renferme en une cinquantaine de pages tout ce qu'il est essentiel de savoir pour faire usage de la méthode, soient les propriétés de l'addition et de la soustraction (chap. I), de la multiplication et de la division (chap. II) des droites considérées en grandeur, direction et sens. Le mode d'exposition de M. Laisant est d'une parfaite clarté, et n'exige, pour être suivi, aucun effort de la part du lecteur. A titre de détail — mais détail qui a son importance — nous signalerons l'heureux parti adopté par l'auteur de supprimer certains signes spéciaux que Bellavitis avait cru devoir introduire dans la méthode et qui la compliquaient inutilement, tels, par exemple, que le signe même de l'équipollence dont la bizarrerie ne laissait pas que de surprendre un peu au premier abord, et le signe de perpendicularité.

La définition donnée par M. Laisant du produit de deux droites résulte d'une extension toute naturelle de la définition de la multiplication. Elle constitue une notion extrêmement féconde.

Tout ce qui se rapporte aux puissances de points par rapport à des cercles nous semble également nouveau.

Le principal — nous l'avons déjà dit — pour se familiariser avec la méthode des équipollences, est de faire beaucoup d'exercices. Aussi, est-ce à la partie qui traite des applications que l'auteur a donné le plus de développement.

Il commence par indiquer les procédés généraux, la manière, si l'on veut, de se servir de l'outil qu'il vient de décrire, avec un certain nombre d'exemples intéressants à l'appui.

Il passe ensuite aux applications particulières, d'abord au triangle, ce qui le conduit, chemin faisant, à quelques considérations nouvelles, puis aux polygones. On remarquera, en cet endroit, l'étude des figures semblables construites sur les côtés d'un polygone, dont la théorie appartient en propre à M. Laisant (*Congrès du Havre*, 1877).

L'auteur présente également l'application du calcul des équipollences à quelques questions de géométrie supérieure. Cette application figurait dans le livre de Bellavitis, mais M. Laisant y a sensiblement ajouté, tout en la résumant beaucoup. Il a en outre le mérite d'avoir su coordonner des notions très éparses jusque-là.

Les applications à la théorie des courbes sont nombreuses, importantes et variées; mais, à part l'ordre d'exposition qui a été entièrement refondu, elles ne diffèrent pas sensiblement de celles qui avaient été données par Bellavitis.

Au contraire, tout ce qui est relatif aux transformations appartient en propre à M. Laisant. Ici, je signalerai la relation remarquable obtenue par l'auteur entre les rayons de courbure en deux points correspondants des courbes transformées, et les élégantes propositions qu'il en a déduites.

L'extension de la formule $y = \varphi(x)$ des coordonnées cartésiennes, où on attribue aux variables des valeurs imaginaires, sur laquelle l'auteur s'est contenté de donner des indications tout à fait sommaires, nous semble renfermer une source très féconde d'études nouvelles.

L'ouvrage se termine par quelques applications cinématiques qui reproduisent, à de légères modifications près, un mémoire de l'auteur paru en 1878 dans les *Nouvelles Annales de mathématiques*. Si les notions que l'on rencontre là ne sont pas absolument nouvelles, l'usage des équipollences donne cependant à cette partie de l'ouvrage une certaine originalité.

Non content de développer sous les yeux du lecteur un si grand nombre d'applications, M. Laisant énonce encore à la fin de chaque chapitre une série d'exercices devant particulièrement se prêter à l'emploi de la méthode des équipollences et que l'étudiant pourra, avec grand profit, s'efforcer de résoudre.

Le volume est imprimé avec le soin que la maison Gauthier-Villars apporte dans toutes ses publications.

MAURICE D'OCAGNE.

III

LEÇONS SUR LA THÉORIE GÉNÉRALE DES SURFACES ET LES APPLICATIONS GÉOMÉTRIQUES DU CALCUL INFINITÉSIMAL. *Cours de Géométrie de la Faculté des sciences,* par Gaston DARBOUX, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences. *Première partie.* Généralités. Coordonnées curvilignes. Surfaces minima. 1 vol. in-8° de 513 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1887.

Notre littérature mathématique vient de s'enrichir d'une œuvre considérable. M. Darboux, cédant aux instances de ses élèves, s'est décidé à publier son cours de géométrie de la Sor-

bonne. Chacun sait la haute influence de l'enseignement de M. Darboux sur les modernes progrès de la science ; on conçoit dès lors toute l'importance qui s'attache à un pareil événement; cela expliquera pourquoi nous n'avons pas voulu attendre l'apparition de la seconde partie de l'ouvrage, pour le signaler à l'attention des lecteurs de la Revue.

Le texte des leçons de M. Darboux, pendant les hivers de 1882 à 1885, a été la théorie générale des surfaces et ses applications les plus importantes. C'est donc cette théorie qui a fourni la matière de l'ouvrage actuel, et qui lui a donné son titre.

M. Darboux prend comme point de départ de ses leçons la théorie des mouvements relatifs, qu'il rappelle succinctement dans un exposé d'une remarquable netteté et qu'il applique aussitôt à la démonstration de plusieurs formules ou propositions de géométrie du plus haut intérêt, telles que les formules de Serret sur la courbure et la torsion des courbes gauches, le théorème de M. Bertrand sur les courbes qui admettent les mêmes normales principales, etc... La méthode cinématique uniformément employée par M. Darboux dans toutes ces questions est d'une parfaite simplicité.

M. Darboux consacre tout un chapitre à l'intégration du système linéaire qui se présente dans la théorie du mouvement d'un solide autour d'un point fixe, système dont on connaît une intégrale du second degré. Par une élégante analyse, il fait voir comment le problème se ramène à l'intégration d'une équation de Riccati et, par conséquent, comment l'intégrale générale s'obtient au moyen d'une seule quadrature lorsque l'on connaît une solution particulière du système.

Il donne ensuite l'interprétation géométrique de la méthode qu'il a suivie, en se fondant sur les remarquables relations qui existent entre les déplacements et les substitutions linéaires.

M. Darboux développe un certain nombre d'applications importantes de la théorie qu'il a exposée, et qui consiste à rattacher l'étude des courbes gauches à celle du mouvement d'un trièdre dépendant des variations d'un seul paramètre.

Il aborde ensuite la théorie du déplacement à deux variables indépendantes, qui joue par rapport à la théorie des surfaces le même rôle que la précédente par rapport à celle des courbes gauches, et commence par supposer que le système mobile possède un point fixe. Il fait voir comment, dans ce cas, la solution se ramène à l'intégration simultanée de deux équations de

Riccati, et démontre diverses propositions destinées à rendre cette intégration plus facile. En second lieu, il admet que le système mobile n'a pas de point fixe, et démontre à ce propos le théorème important de MM. Schönemann et Mannheim, à savoir que les normales aux surfaces décrites par tous les points du système invariable rencontrent toutes à chaque instant deux mêmes droites, et l'élégante proposition de M. Ribaucour qui consiste en ce que, si ces droites sont concourantes, le mouvement peut être obtenu par le roulement d'une surface sur une autre surface qui lui est applicable. M. Darboux complète cette proposition par plusieurs autres non moins remarquables.

Avant de développer l'application des propositions relatives au déplacement à deux variables à la théorie des surfaces, l'auteur expose quelques notions indispensables sur les coordonnées curvilignes et les applique à un certain nombre d'exemples intéressants : surfaces de révolution et, en particulier, surfaces de la famille de l'alysséide ; surfaces réglées; surfaces développables.

M. Darboux étudie ensuite différentes classes de surfaces définies par des propriétés cinématiques; les hélicoïdes généraux, à propos desquels il démontre le beau théorème de Bour, à savoir que ces surfaces sont applicables sur des surfaces de révolution; les surfaces de révolution applicables les unes sur les autres et, en particulier, les surfaces applicables sur la sphère et celles qui sont applicables sur elles-mêmes d'une infinité de manières (pseudosphères) ; les surfaces engendrées par une courbe invariable de forme qui se meut d'après une loi donnée, et dont l'auteur présente une étude très détaillée avec application aux surfaces moulures; les surfaces engendrées par un cercle de rayon variable ; enfin les surfaces spirales de M. Maurice Lévy qui jouissent de la curieuse propriété de pouvoir être agrandies dans un rapport quelconque sans cesser d'être superposables à elles-mêmes.

Par là se termine le livre I.

Le livre II traite *des différents systèmes de coordonnées curvilignes.*

Il débute par l'étude des systèmes conjugués que l'on peut tracer sur une surface.

M. Darboux donne le beau théorème de M. Kœnigs qui permet d'obtenir sans quadrature un nombre illimité de systèmes conjugués sur une surface donnée, et l'applique à la recherche des surfaces admettant un système de lignes de courbure planes

dont les plans passent par une droite. Incidemment, cette question l'amène à rechercher les trajectoires orthogonales d'une famille de cercles sur un plan, problème dont il donne une solution des plus élégantes.

L'auteur démontre, d'abord par la géométrie puis par l'analyse, cette propriété capitale des systèmes conjugués : *Tout système conjugué ne cesse pas d'être conjugué si l'on soumet la surface sur laquelle il est tracé, soit à une transformation homographique, soit à une transformation par polaires réciproques.*

La démonstration analytique repose sur l'établissement de l'équation aux dérivées partielles à laquelle, soit les coordonnées ponctuelles homogènes, soit les coordonnées tangentielles doivent satisfaire pour que deux familles de courbes soient conjuguées. A titre d'application, M. Darboux détermine toutes les surfaces pour lesquelles il existe deux familles conjuguées formées exclusivement de courbes planes, surfaces dont il fait connaître deux modes de génération géométrique, l'un tangentiel, l'autre ponctuel. Il déduit de là une méthode très simple pour la détermination des surfaces dont les lignes de courbure sont planes dans les deux systèmes.

Après avoir rappelé la définition des caractéristiques d'une équation linéaire aux dérivées partielles, M. Darboux applique cette notion à l'étude des systèmes conjugués, ce qui le conduit à une proposition importante et nouvelle, renfermant un mode de détermination des deux familles de lignes de courbure d'une surface.

A la théorie des systèmes conjugués se rattache celle des lignes asymptotiques, à laquelle l'auteur donne une forme très élégante en se basant sur le théorème de M. Kœnigs, et qu'il applique à certains cas particuliers, notamment au cas des surfaces tétraédrales de Lamé.

M. Darboux aborde ensuite l'étude des systèmes orthogonaux et isothermes. Il commence par rechercher les systèmes de coordonnées orthogonales permettant de diviser la surface en carrés infiniment petits, ce qui le conduit à la notion importante des coordonnées symétriques et à la détermination des systèmes isothermes. Il fait voir comment le problème des cartes géographiques, c'est-à-dire de la représentation plane des surfaces non développables avec conservation des angles, revient à la détermination sur la surface considérée d'un système orthogonal et isotherme, et il résout le problème dans le cas de la sphère et des surfaces du second degré.

Revenant aux propriétés générales des systèmes isothermes, l'auteur montre comment on peut se borner à l'étude sur une surface plane des questions relatives à la substitution d'un système isotherme à un autre. Il envisage les cas particuliers de l'inversion et de la transformation plus générale qu'il nomme *circulaire*, et les fait suivre d'intéressantes applications. En dernier lieu, il effectue la recherche de toutes les familles isothermes composées de cercles, et déduit de là une démonstration très simple de cette importante proposition à savoir que tous les tracés géographiques de la Terre, supposée sphérique, dans lesquels les méridiens et les parallèles sont représentés par des arcs de cercle, s'obtiennent en combinant avec des inversions planes la projection stéréographique ou la projection de Mercator.

La théorie précédente amène tout naturellement M. Darboux à s'occuper de la représentation conforme des aires planes, théorie difficile qui doit à M. Schwarz ses plus hauts perfectionnements. Après avoir nettement posé les termes du problème, l'auteur indique le principe analytique sur lequel repose la solution, et développe cette solution d'abord dans le cas d'une aire limitée par des droites, puis dans celui d'une aire limitée par des arcs de cercle, avec application au triangle plan limité par trois arcs de cercle et au triangle sphérique. Ce sujet ardu est traité par M. Darboux avec une rigueur merveilleuse qui n'épargne pas le plus petit détail et qui ne saurait, croyons-nous, donner prise à la moindre critique.

M. Darboux consacre un chapitre spécial à l'étude du système orthogonal formé par les lignes de courbure. Il établit l'équation différentielle des lignes de courbure, en donne quelques applications, démontre les formules célèbres d'Olinde Rodrigues, ce qui l'amène incidemment à définir la représentation sphérique de Gauss, indique diverses propositions conduisant à la détermination des lignes de courbure, au moyen des caractéristiques de certaines équations linéaires, prouve que l'inversion conserve les lignes de courbure, et fournit une démonstration nouvelle du théorème de Dupin relatif aux systèmes triples orthogonaux.

La théorie analytique des lignes de courbure prend une forme particulièrement satisfaisante lorsqu'on fait usage d'un système spécial de coordonnées que M. Darboux désigne sous le nom de *coordonnées pentasphériques* et dont la notion dérive de la considération du système de cinq sphères orthogonales. Cette théorie

se rattache d'ailleurs elle-même à celle d'une substitution linéaire orthogonale à cinq variables. L'auteur établit les formules principales relatives aux distances et aux angles dans ce système de coordonnées, et démontre deux théorèmes fondamentaux d'où résulte l'importance des coordonnées pentasphériques au point de vue de la théorie des lignes de courbure et de celle des systèmes triples orthogonaux, ainsi qu'une remarquable propriété de ces coordonnées par rapport à l'inversion.

M. Darboux indique ensuite le rôle des coordonnées pentasphériques dans l'étude de la sphère, et se trouve ainsi amené à définir les six coordonnées homogènes de la sphère analogues aux six coordonnées de la droite introduites par Plücker. La considération simultanée de ces deux espèces de coordonnées a amené M. Sophus Lie à la découverte capitale d'une transformation qui établit une liaison entre les lignes droites et les sphères, et qui fait correspondre à une surface dont on sait déterminer les lignes de courbure une surface dont on connaîtra les lignes asymptotiques et *vice versa*.

L'auteur envisage enfin le cas des coordonnées tangentielles. Il établit, dans ce système, l'équation différentielle des lignes de courbure, et en fait une application à la surface de quatrième classe normale à toutes les positions d'une droite dont trois points décrivent trois plans rectangulaires. Il obtient des théorèmes analogues à ceux qu'il a rencontrés en coordonnées ponctuelles lorsque les coordonnées sont exprimées en fonction de deux paramètres, et les applique à la détermination des surfaces admettant une représentation sphérique donnée pour les lignes de courbure.

Un remarquable système de coordonnées tangentielles introduit dans la théorie des surfaces par M. O. Bonnet, et qui se prête aux applications les plus variées, est étudié en détail par M. Darboux.

Les applications qui suivent cet exposé de théorie présentent toutes le plus haut intérêt. Il nous suffira de dire qu'elles se rapportent à la transformation de M. Lie dont nous avons déjà parlé plus haut, à la transformation par directions réciproques de Laguerre et à l'inversion.

Le livre III est consacré aux *surfaces minima* dont la théorie n'a pas encore, que nous sachions, fait l'objet d'un exposé didactique pareillement développé.

Dans l'avant-propos du beau mémoire qui lui a valu en 1880 le grand prix des sciences mathématiques de l'Académie royale de Belgique, M. Ribaucour débute ainsi :

" De toutes les applications des mathématiques il n'en est pas qui présentent plus de séductions que la théorie des surfaces ; il en est peu qui soient facilement, comme elles, susceptibles d'élégance et de pittoresque. Laplace a dit : " Cependant les considé-
„ rations géométriques ne doivent pas être abandonnées, elles
„ sont de la plus grande utilité dans les arts. D'ailleurs, il est
„ curieux de se figurer dans l'espace, les divers résultats de l'a-
„ nalyse ; et réciproquement, de lire toutes les modifications
„ des lignes et des surfaces, et les variations du mouvement des
„ corps, dans les équations qui les expriment. Ce rapprochement
„ de la géométrie et de l'analyse répand un jour nouveau sur ces
„ deux sciences : les opérations intellectuelles de celle-ci, ren-
„ dues sensibles par les images de la première, sont plus faciles
„ à saisir. plus intéressantes à suivre ; et quand l'observation
„ réalise ces images et transforme les résultats géométriques en
„ lois de la nature, ... la vue de ce sublime spectacle nous fait
„ éprouver le plus noble des plaisirs réservés à la nature hu-
„ maine „.

„ La question proposée par l'Académie royale de Belgique [surfaces minima algébriques], malgré sa limitation et son caractère particulier, présente, à un certain degré, l'intérêt éloquemment défini par Laplace : en effet, depuis qu'entre les mains d'un illustre physicien belge " la nature se fait géomètre „, depuis que chacun a pu réaliser les *lames minces à courbure moyenne nulle* les plus variées, tous ceux que l'exactitude et la perfection enchantent ne se lassent de vérifier, jusque dans ses conséquences les plus délicates ou les plus imprévues, une des lois dérobées au monde moléculaire.

„ D'un autre côté, il n'est peut-être pas, dans l'étude des surfaces, de chapitre plus attachant, dans sa simplicité, que celui où l'on traite des surfaces à courbure moyenne nulle. Depuis Lagrange, tous les géomètres, pour ainsi dire, les ont étudiées, ajoutant des résultats nouveaux, soit très généraux, soit très particuliers, également recommandables par leur netteté ou leur élégance. „

On ne saurait mieux définir que ne le fait M. Ribaucour dans les lignes précédentes le caractère spécial que présente l'étude des surfaces minima. L'attrait de cette étude est, en effet. des plus puissants, et a captivé nombre de géomètres. et des plus éminents, comme le prouve le résumé historique par lequel M. Darboux entame le livre III de son ouvrage.

Ce résumé historique, très soigneusement fait, embrasse la

période qui s'étend depuis les origines de la question, qu'on retrouve dans un célèbre mémoire de Lagrange daté de 1760, jusqu'à l'année 1867. Il comprend donc les travaux de Meusnier, Monge, Legendre, Poisson, Scherk, Catalan, O. Bonnet, Björling, Weierstrass, etc.

Les travaux plus récents de MM. Schwarz, Ribaucour, Sophus Lie, etc. ne figurent pas dans cette notice, mais on en trouve l'indication dans la suite de l'ouvrage.

M. Darboux, faisant d'abord usage des coordonnées ponctuelles, établit le caractère fondamental des surfaces minima, à savoir qu'en chaque point la somme des rayons de courbure principaux est nulle ou que l'indicatrice est une hyperbole équilatère, et démontre que ces surfaces peuvent de deux manières différentes être engendrées par la translation d'une courbe. Il indique les méthodes d'intégration de l'équation aux dérivées partielles obtenue, données par Monge, Legendre, Enneper, Weierstrass, et fait voir comment les formules de ce dernier auteur permettent de former toutes les surfaces minima algébriques, résultat d'une importance capitale. Il fait, en outre, remarquer à ce propos d'après M. Weierstrass, le lien curieux qui rattache la théorie des surfaces minima à celle des fonctions imaginaires.

L'auteur envisage ensuite les surfaces minima en coordonnées tangentielles, et intègre l'équation aux dérivées partielles dans ce cas. L'équation obtenue le conduit à une détermination simple des lignes de courbure et des lignes asymptotiques, dont la découverte est due à M. Michael Roberts. M. Darboux étudie l'influence des changements de coordonnées sur l'équation des surfaces minima, ce qui lui permet, à titre d'application, de déterminer toutes les surfaces minima qui sont des surfaces de révolution, des hélicoïdes ou des surfaces spirales.

Comme conséquence des formules générales établies jusque-là, M. Darboux recherche les différentes représentations conformes des surfaces minima. Il fait d'abord observer, d'après M. O. Bonnet, que la représentation sphérique d'une surface minima réalise une représentation conforme de cette surface sur la sphère, propriété qui n'appartient d'ailleurs qu'aux surfaces minima, et résout le problème célèbre de Minding sur les surfaces non de révolution dont les méridiens et les parallèles forment un réseau orthogonal : les surfaces minima répondent à la question ; sur elles, en outre, ce réseau est isotherme. L'auteur envisage ensuite la représentation conforme des surfaces minima sur le plan, telle

qu'elle a été donnée par Riemann, et dans laquelle les lignes de courbure sont représentées par des parallèles aux axes de coordonnées, les lignes asymptotiques par des parallèles aux bissectrices de ces axes. Il donne le théorème de Bour sur la représentation sphérique, et en déduit la recherche des surfaces minima à lignes de courbure planes, dont il donne comme exemples la surface de M. O. Bonnet et celle de M. Enneper. Il en tire également diverses formes remarquables de l'élément linéaire des surfaces minima dues à Bour, à M. O. Bonnet, à M. S. Lie.

M. Darboux consacre un chapitre à la surface adjointe de M. O. Bonnet dont le rôle est essentiel dans la théorie des surfaces minima. Il fait connaître les formules qui la déterminent, et, en particulier, les élégantes formules de M. Schwarz qui conduisent à des applications importantes. Il examine une question générale, jadis posée et résolue par M. Mathet, sur l'application des surfaces les unes sur les autres, question dont la réponse est fournie par les surfaces minima. Il expose la remarquable correspondance réciproque, indiquée par M. O. Bonnet, entre les lignes de courbure et les lignes asymptotiques d'une surface minima et de son adjointe. Il détermine enfin toutes les surfaces minima applicables sur une surface minima donnée, ou sur une surface de révolution, ou sur une surface spirale.

Dans les chapitres précédents, l'auteur a fait usage de la forme particulière donnée aux formules de Monge par M. Weierstrass. Mais M. Lie est parvenu récemment à donner des formules de Monge une élégante interprétation géométrique qui en permet l'emploi direct, et qui repose sur la notion des courbes que M. Lie appelle *minima* et dont toutes les tangentes vont rencontrer le cercle de l'infini. Après avoir exposé l'ingénieuse méthode de M. Lie, l'auteur en fait d'intéressantes applications à la recherche des surfaces minima algébriques, des surfaces minima réelles, et, en particulier, des surfaces doubles réelles. M. Darboux entre, pour toutes ces questions, dans des développements extrêmement minutieux.

Il applique ensuite la méthode de M. Lie à l'étude détaillée des surfaces minima algébriques. Il commence par déterminer la classe et l'ordre de la surface minima algébrique engendrée par la translation de deux courbes minima données, ainsi que la surface minima réelle, simple ou double, de la classe la moins élevée, problème qu'il complète par diverses applications particulières. Il étudie ensuite les nappes infinies des surfaces minima

algébriques qui, ainsi que l'a fait voir M. Geiser, ne peuvent être coupées par le plan de l'infini que suivant des droites, et dit quelques mots des points et des lignes multiples à distance finie.

Après cet exposé des propriétés principales des surfaces minima, M. Darboux passe à la détermination de ces surfaces lorsqu'elles doivent satisfaire à des conditions données. Il s'occupe en premier lieu de la détermination de la surface minima tangente à une développable donnée suivant une courbe donnée, problème résolu pour la première fois par Björling et M. O. Bonnet, mais dont M. Darboux développe la solution due à M. Schwarz, ainsi que la variante qu'en a donnée M. Lie. A titre d'application, M. Darboux recherche les surfaces minima contenant une droite réelle donnée, ou passant par une courbe plane donnée, avec examen du cas où cette courbe doit être une ligne de courbure ou une ligne géodésique, et plus particulièrement du cas où cette courbe est une conique et doit être une ligne géodésique. Cette partie de l'ouvrage renferme un grand nombre de propositions particulières d'une remarquable élégance, telles que les théorèmes connus de MM. Lie et Henneberg.

M. Darboux, poursuivant le même ordre d'idées, se trouve naturellement amené au problème de l'inscription d'une surface minima algébrique dans une développable algébrique, problème qui a été posé et résolu pour la première fois par M. Lie. M. Darboux établit par deux méthodes également remarquables les résultats obtenus par ce géomètre, tout en les complétant. Il donne aussi une troisième solution, géométrique, non moins élégante que les précédentes, et reposant sur le curieux mode de génération des surfaces minima qui a été découvert par M. Ribaucour, mode de génération que cet auteur a fait connaître dans son beau mémoire couronné par l'Académie de Belgique, auquel M. Darboux n'a peut-être fait d'emprunts qu'avec trop de parcimonie.

M. Darboux aborde le problème dit de Plateau, à cause de la solution expérimentale qu'il a reçue de l'illustre physicien belge, problème qui s'énonce ainsi : *Déterminer la surface minima, parfaitement continue ou assujettie à des discontinuités de nature connue, passant par un contour fermé.*

L'Analyse mathématique est jusqu'ici restée impuissante à résoudre, dans ces termes généraux, un problème qui se résout de lui-même dans la nature. Du moins, les efforts d'illustres chercheurs ne sont-ils pas restés tout à fait vains. Plusieurs résultats importants nous ont déjà été acquis par les travaux

de Riemann, de M. Weierstrass, de M. Schwarz. Ces résultats, M. Darboux les expose avec son ordinaire lucidité ; ils sont relatifs au cas où le contour est formé de lignes droites, et encore où quelques-unes des portions de ce contour sont remplacées par des plans que la surface doit couper normalement.

Après avoir montré que le problème revient à réaliser une représentation conforme d'une aire sphérique limitée par des arcs de grands cercles, sur une aire plane limitée par des droites, l'auteur envisage successivement plusieurs exemples particuliers, notamment celui fort important où le contour donné est un quadrilatère gauche quelconque. Il fait voir comment la méthode générale acquiert son plus haut degré de précision par la considération des points qu'il nomme points de ramification.

Partant ensuite des formules de M. Weierstrass, qui sont pour lui l'occasion de remarques de la plus haute importance, M. Darboux développe une nouvelle solution du problème de Plateau, véritable chef d'œuvre de science et d'élégance.

Une amère réflexion frappe le lecteur dans cette partie de l'ouvrage : à considérer les efforts qu'il a fallu à des génies mathématiques de premier ordre pour atteindre à la solution de ce beau problème dans le cas le plus simple, on se demande s'il est susceptible d'être jamais résolu dans toute sa généralité, ou au moins dans des cas extrêmement généraux, par les moyens de l'Analyse !

Dans le chapitre qui termine l'ouvrage, M. Darboux développe plusieurs belles applications de sa méthode. Cette méthode revenant à la détermination du groupe d'une équation du second lordre, l'auteur cherche à reconnaître les contours pour lesquels les équations du second ordre de groupe connu peuvent donner a solution du problème, et, à ce propos, il envisage particulièrement l'équation classique de Gauss à laquelle satisfait la série hypergéométrique. Ces applications terminent le premier volume.

Le résumé précédent, très imparfait et trop sommaire, permettra peut-être cependant à ceux qui le liront, par l'indication rapide des matières traitées, de se faire une idée générale de la haute importance du livre de M. Darboux.

Par le choix des méthodes, par le fini des solutions, par la rigueur des raisonnements qu'on peut dire impeccable, par la nouveauté des idées émises, par les trésors d'érudition répandus à profusion au milieu des aperçus les plus originaux, l'œuvre de

M. Darboux peut, à bon droit, être citée comme un modèle accompli de haute littérature mathématique.

Non content d'avoir, dans son Cours, condensé, coordonné, harmonisé les résultats épars dus à d'illustres géomètres, et qui n'étaient jamais jusqu'alors sortis des mémoires originaux où ils avaient été déposés, M. Darboux a apporté la plus large contribution personnelle dans toutes les importantes questions auxquelles il s'est successivement attaché, donnant ainsi une marque nouvelle d'un des plus profonds génies mathématiques de notre temps.

Quant au mode même d'exposition, nous ne craignons pas d'être démenti en affirmant qu'il n'en est point de plus clair, de plus précis, de plus lumineux, en même temps que de plus strictement rigoureux ; jamais la plume de M. Darboux n'a connu la plus petite défaillance, et les critiques les plus sévères perdraient assurément leur temps à tâcher de s'apercevoir du contraire.

Nous ne terminerons pas ce compte rendu sans attribuer, dans un autre ordre d'idées, à M. Gauthier-Villars la part d'éloges qui lui revient pour la magnifique exécution du livre.

Maurice d'Ocagne.

IV

Ponts en maçonnerie, par E. Degrand et Jean Résal, avec une introduction par M.-C. Lechalas. Tome premier. *Stabilité des voûtes* par Jean Résal, ingénieur des ponts et chaussées, avec l'*Introduction* de M.-C. Lechalas ; 1 vol. in-8° de 188-392 pages avec figures dans le texte; Paris, Baudry et Cie, 1887 (1).

La science de la construction des ponts en maçonnerie comprend deux parties bien distinctes : une partie théorique et une partie technique, distinctes mais inséparables cependant, attendu que l'ingénieur doit faire appel simultanément aux principes de l'une et de l'autre dans la conception et dans l'exécution des ouvrages qui lui sont confiés.

Ces deux côtés de la question ont donné naissance, dans l'*Encyclopédie des travaux publics* de M. Lechalas, à deux volumes

(1) Ouvrage faisant partie de l'*Encyclopédie des travaux publics*.

réunis sous le titre commun de *Ponts en maçonnerie* et confiés l'un, celui qui traite de la partie théorique, à M. Jean Résal, l'auteur du traité des *Ponts métalliques* que nous analysions dernièrement dans cette Revue (1), l'autre à M. Degrand, inspecteur général honoraire des ponts et chaussées.

Le premier de ces deux volumes vient de paraître, et nous allons en rendre compte ici, en nous efforçant de faire ressortir aux yeux des ingénieurs qui nous feront l'honneur de nous lire les côtés vraiment originaux qui le distinguent. Mais, avant d'aborder l'analyse de l'œuvre de M. Résal, nous dirons quelques mots de l'Introduction dont l'a fait précéder M. Lechalas.

Le travail de M. Lechalas a pour titre : *Étude sur les conditions générales d'établissement des ouvrages dans les vallées.* Il a principalement pour but de fournir aux ingénieurs des indications auxquelles ils puissent recourir pour arrêter, avant toute étude de détail, les grandes lignes d'un projet de pont : emplacement, débouché, disposition générale des abords. A la vérité, la question est de celles qui se prêtent le moins à l'édification d'une théorie. Elle ne peut conduire à l'énonciation de règles bien précises, attendu que les circonstances locales, d'une diversité pour ainsi dire infinie, sont le principal facteur qui y intervienne. M. Lechalas insiste beaucoup sur ce point, mettant les ingénieurs en garde contre les enseignements trompeurs d'une fausse théorie, faisant ressortir en particulier le peu de confiance qu'il y a lieu d'accorder à certaines formules calculées en partant d'hypothèses qui ne se réalisent presque jamais dans la pratique, telles, par exemple, que la formule classique donnée dans les cours d'hydraulique pour le calcul du remous d'une rivière au passage d'un pont.

A défaut de règles précises, M. Lechalas donne quelques enseignements généraux se dégageant d'exemples connus et que les ingénieurs feront sagement de méditer.

Nous relevons, parmi les conclusions de M. Lechalas, une proposition qui nous semble excellente et que nous voudrions voir mettre en application. L'éminent inspecteur général estime que la meilleure base dont puisse se servir un ingénieur pour fixer les grandes lignes d'un projet de pont, est une monographie détaillée de la rivière à laquelle il a affaire, monographie comprenant tous les renseignements géologiques, hydrologiques, topographiques, pluviométriques, etc., relatifs à cette rivière. Or, l'ingé-

(1) Livraison de janvier, 1887, p. 188.

nieur n'a pas le temps, surtout lorsqu'il s'agit de la construction d'un chemin de fer, de se livrer en détail à une telle étude ; il doit se borner à un examen rapide des lieux, complété par quelques renseignements locaux, puisés à droite et à gauche, et souvent fort sommaires. Aussi serait-il désirable que les monographies de toutes nos rivières, au point de vue spécial visé par l'auteur, fussent dressées avec tout le temps nécessaire par les soins du service ordinaire des ponts et chaussées, d'après un programme uniforme qui serait arrêté d'avance, dans le genre de celui que contenait la grande instruction du 25 avril 1839 pour l'entretien des routes. De cette façon, sans avoir à se livrer à des recherches personnelles qui entraînent pour lui une perte de temps, l'auteur de tout projet de pont pourrait se mettre à l'étude muni de renseignements complets. L'idée de M. Lechalas est assurément très pratique et mériterait d'attirer l'attention de l'administration.

Nous arrivons maintenant au corps même de l'ouvrage que nous analysons, au traité de la *Stabilité des voûtes* de M. Résal. Ce traité comprend cinq chapitres que nous allons successivement passer en revue, en nous efforçant d'en dégager les grandes lignes. La question n'est pas, en effet, tellement spéciale qu'elle ne puisse figurer avec quelques détails dans le recueil où nous écrivons.

Le chapitre 1er est intitulé : *Résistance des maçonneries*. C'est, si l'on veut, un complément de la *Résistance des matériaux*, spécialement écrit en vue de l'application traitée dans le présent ouvrage, mais susceptible encore d'autres applications. M. Résal a eu grandement raison de dégager ces notions générales des questions particulières où il aura à les faire intervenir. Ainsi, il commence par compléter l'instruction de son lecteur en fait de mécanique moléculaire, et par lui donner des idées nettes sur les principes dont il aura à faire usage, avant d'aborder toute application au genre spécial de construction qu'il a pour principal objectif.

M. Résal commence par rappeler les formules connues relatives : 1° au calcul du travail développé dans les prismes métalliques comprimés à section rectangulaire; 2° à la recherche de la déformation subie par eux ; 3° à la détermination des dimensions qu'il convient d'attribuer à une pièce soumise à un effort de compression, eu égard à la nature du métal employé.

Il expose ensuite les propriétés mécaniques des maçonneries des divers types, envisageant successivement la résistance à la compression, à la traction, à l'effort tranchant.

M. Résal remarque que, pour le fer et l'acier, la résistance à la compression est sensiblement égale à la résistance à l'extension; pour la fonte, cette dernière ne représente pas le tiers ou le quart de la première; enfin, pour les maçonneries le rapport de ces résistances ne dépasse guère dans le cas le plus favorable (meulière et ciment à prise lente) la valeur $\frac{1}{8}$, et il tombe à zéro pour les ouvrages peu soignés où entrent des mortiers hydrauliques ordinaires.

Si l'on tient compte des influences diverses qui tendent à disjoindre les matières hétérogènes dont se composent les maçonneries, on reconnaît qu'il est prudent de ne jamais tabler que sur une résistance insignifiante à la traction.

L'auteur considère en définitive les maçonneries comme formant le dernier terme de la série des matériaux de construction, qui commence par le fer et l'acier, et comprend la fonte comme terme intermédiaire. Il admet l'emploi d'une règle fondamentale unique pour l'étude des conditions de stabilité à réaliser dans l'emploi de ces divers matériaux, sous la seule réserve de tenir compte de la variation du rapport de la résistance à la traction à la résistance à la compression. Il applique donc aux maçonneries, en observant cette unique condition, les formules énoncées au début du chapitre pour les métaux, et — fait bien digne de remarque — retombe sur la loi connue du trapèze, qui, au lieu d'être le résultat d'un empirisme isolé, se trouve ainsi rattachée à l'hypothèse fondamentale de la résistance des matériaux. C'est là, selon nous, un fait d'une haute portée. M. Résal, en le découvrant, vient d'ajouter un chapitre d'une importance capitale à la science de la résistance des matériaux, chapitre qui ne saurait dorénavant être laissé en dehors de l'enseignement de cette science.

Indiquant les conditions de stabilité d'un prisme en maçonnerie soumis à un effort de compression, l'auteur fournit une démonstration rationnelle de l'influence fâcheuse des angles rentrants, et de la nécessité de raccorder par des surfaces arrondies, ou congés, les élargissements brusques de section, cette règle, déjà reconnue expérimentalement pour les métaux, doit être étendue aux maçonneries et se justifie par la théorie.

Il étudie ensuite l'effet des charges concentrées, et remarque que, lorsque la charge, au lieu d'être répartie sur l'ensemble de la section transversale, n'est appliquée que sur une zone restreinte, le travail par unité de surface admissible pour cette

zone dépasse la valeur qui conviendrait à l'hypothèse d'une section uniformément chargée.

M. Résal s'occupe enfin de la déformation des maçonneries. La loi du trapèze, qui résulte de l'hypothèse fondamentale de la résistance des matériaux étendue aux maçonneries, suppose nécessairement que ce genre d'ouvrage possède, comme les métaux, une élasticité propre. L'expérience (oscillations des phares et des hautes cheminées d'usines) le démontre très nettement, mais les résultats d'observation dont on dispose jusqu'à présent sont insuffisants pour permettre le calcul du coefficient d'élasticité, d'ailleurs très variable suivant la nature et le mode d'emploi des matériaux. M. Résal calcule ce coefficient dans un seul cas particulier, celui de la voûte d'essai de la carrière de Souppes; mais il estime que la valeur trouvée, relative à une maçonnerie exécutée très soigneusement avec de la pierre et du mortier d'une résistance exceptionnelle, peut être réduite au $\frac{1}{10}$ pour les constructions où il entre des matériaux peu résistants : il en fournit d'ailleurs la preuve à l'article 112.

L'auteur s'occupe ensuite de la contraction des mortiers qui doit être, dans la pratique, prise en sérieuse considération. Les ouvrages en maçonnerie sont sujets, en effet, à un genre de déformation spécial, qui n'a pas son équivalent dans les constructions métalliques, et est dû à la modification moléculaire que subit le mortier, après son emploi, lorsqu'il passe de l'état pâteux à l'état solide. Cette déformation, qui s'arrête après la prise complète du mortier, peut avoir des conséquences très graves au point de vue de la stabilité, dont elle modifie profondément les conditions. M. Résal, qui insiste avec juste raison sur ce point, signale différents exemples où la nécessité de tenir compte de la contraction du mortier est mise en évidence. Il revient plus loin sur cette question à propos des voûtes et surtout à propos des voûtes biaises, où la contraction du mortier peut produire des effets désastreux, tandis que la déformation élastique proprement dite des maçonneries, que l'on ne peut ni atténuer ni éviter, n'a jamais de conséquence défavorable.

Enfin le chapitre se termine par une étude de l'action de la température sur les maçonneries. Cette action n'a pas ici la même importance que lorsqu'il s'agit des métaux, quoique pour certaines espèces de maçonneries (maçonneries de marbre) le coefficient de dilatation soit à peu près le même que celui des métaux. M. Résal fournit une explication rationnelle de ce fait, se fondant sur la petitesse du coefficient d'élasticité et du pouvoir conducteur des maçonneries.

Avec le chapitre II — *Théorie des voûtes droites en berceau* — l'auteur entre dans le vif de son sujet. Après avoir exposé quelques notions préliminaires sur la poussée et la courbe des pressions, M. Résal passe en revue les différentes méthodes proposées jusqu'à présent par divers auteurs et constructeurs pour vérifier la stabilité des voûtes en maçonnerie.

Il répartit ces méthodes en trois catégories distinctes :

1° — Méthodes des courbes de pression hypothétiques. Ces méthodes, dont la première en date et la plus en usage est celle de Méry, reposent toutes sur une hypothèse faite arbitrairement en vue de supprimer l'indétermination qui existe dans le tracé de la courbe des pressions, lorsque l'on ne tient pas compte de l'élasticité des matériaux,

Par suite, le résultat de l'étude faite est tout aussi incertain que le point de départ, et en dehors de quelques cas particuliers, où l'expérience semble justifier à peu près la convention posée, on ne peut avoir aucune confiance dans les indications fournies par les épures.

2° — Recherche du profil théorique des voûtes le plus avantageux au point de vue de la stabilité.

Les auteurs dont il s'agit se sont tous proposé de rechercher un profil de voûte tel que la courbe des pressions passe par le centre de gravité d'un joint quelconque ; or, un pareil résultat est incompatible avec le principe de l'élasticité des matériaux.

Comme les méthodes indiquées supposent à tort que les matériaux employés sont assimilables aux solides invariables de la mécanique rationnelle, cela suffit pour les entacher d'erreur, et les rendre inutilisables.

3° — Méthodes des aires de stabilité. — La plus ancienne, la plus complète et la seule restée en usage des méthodes de cette catégorie a été imaginée par M. Alf. Durand-Claye. Elle présente cette particularité très précieuse de s'appuyer sur des principes indiscutables, et de conduire en ce qui concerne le tracé de l'épure à des résultats rigoureusement exacts. L'incertitude ne commence que lorsqu'il s'agit d'interpréter ces résultats, et il faut alors recourir à une hypothèse qui, bien que présentant un caractère manifeste de publicité, ne peut être considérée en général comme entièrement fondée, et est parfois erronée. Cette méthode est de plus, comme épure, d'une grande complication, ce qui en restreint notablement l'application.

M. Résal, dont nous avons déjà eu occasion, à propos de son Traité des ponts métalliques, de louer les éminentes qualités

d'inventeur, a imaginé à son tour une méthode nouvelle qui donne le tracé exact de la courbe des pressions réelles ; il s'appuie pour cela sur le principe de l'élasticité des matériaux, qui l'a conduit précédemment, par une déduction rationnelle, à la loi du trapèze. Les formules dont il se sert à cet effet ont été établies par lui pour le calcul des arcs métalliques encastrés aux naissances. Il a jugé qu'il était inutile de reprendre la démonstration assez compliquée de ces formules et renvoie pour celle-ci à son premier traité. Après avoir développé tous les détails de sa méthode — sur lesquels il ne nous est pas possible de nous étendre ici, bien que, pour les gens spéciaux, le sujet soit de haut intérêt, — l'auteur en arrive à conclure que, dans l'application, cette méthode n'exige pas sensiblement plus de temps et de travail que la méthode de Méry, et comporte des constructions et des calculs extrêmement simples à la portée de tous les constructeurs.

Lorsque l'on a effectué le calcul des surfaces des voussoirs et la détermination de leur centre de gravité, que nécessite la méthode de Méry, quelques heures suffisent pour tracer la courbe des pressions exacte, dont la supériorité sur la courbe hypothétique de Méry n'a pas besoin d'être démontrée. En somme, les ingénieurs seront redevables, à ce point de vue, à M. Résal d'un très sérieux progrès.

M. Résal donne les formules analytiques relatives au cas particulier des voûtes circulaires d'épaisseur constante, qui peut être traité directement par le calcul, sans recourir, comme dans le cas général des voûtes quelconques, à des constructions géométriques ; il étudie l'influence, sur la stabilité des voûtes, des changements de température, de la contraction des mortiers, de l'élasticité des culées, ainsi que les déformations dues à ces différentes causes.

Dans le chapitre III — *Applications de la théorie des voûtes* — M. Résal commence par exposer diverses généralités sur la courbe des pressions, indiquer un ingénieux procédé géométrique pour vérifier l'exactitude d'une épure de stabilité en se basant sur une propriété de la courbe des pressions, et étudier les relations de la courbe des pressions avec le profil de la voûte et le mode de répartition de la charge. Lorsque l'on augmente la charge portée sur une fraction déterminée d'une voûte, la courbe des pressions se rapproche de l'extrados à l'intérieur de la zone surchargée, et son rayon de courbure diminue. Lorsque l'on augmente dans le même rapport les épaisseurs aux diffé-

rents points de l'intrados et la charge d'une voûte, on améliore ses conditions de stabilité : on diminue en effet de cette façon les distances relatives (comparées aux longueurs totales des joints) de la courbe des pressions à la ligne des centres de gravité des joints. Ce principe, qui est d'ailleurs confirmé par l'expérience, contredit l'opinion de certains auteurs qui ont admis à tort que, si l'on considère deux voûtes ayant même profil d'intrados avec des épaisseurs et des charges proportionnelles, les courbes des pressions seront des courbes semblables, comme les lignes des centres de gravité des joints, ce qui conduit à penser que les conditions de stabilité sont équivalentes : cette proposition, que l'on a quelquefois considérée comme un axiome évident par lui-même, est complètement fausse en théorie, et l'expérience lui donne tort.

M. Résal applique ensuite sa méthode à différents types de voûtes circulaires pour lesquels il a dressé les épures de stabilité relatives à des cas numériques particuliers, ce qui aide beaucoup à l'intelligence de cette remarquable méthode. Il étudie l'influence du mode de répartition de la charge, de la loi de variation de l'épaisseur des joints, du surbaissement, etc., etc.... sur la stabilité, et tire des conclusions pratiques sur les règles à admettre pour le tracé des profils d'intrados et d'extrados, des voûtes et des culées, et la disposition des voûtes d'élégissement; il admet que l'on doit plutôt s'attacher dans ce dernier cas à améliorer la répartition de la charge, qui a une grande influence sur la stabilité, qu'à réduire au minimum le poids total supporté. Dans toute cette partie de son ouvrage, M. Résal affirme ce large bon sens pratique qui se lie si heureusement chez lui aux plus éminentes qualités du théoricien, comme nous le disions déjà dans notre analyse du traité des *Ponts métalliques*.

L'auteur s'occupe ensuite des voûtes elliptiques, des voûtes surhaussées et des voûtes ogivales auxquelles sa méthode est encore applicable. Il s'attache spécialement aux voûtes ogivales, autrefois très usitées par les constructeurs, et aujourd'hui presque abandonnées, bien qu'elles présentent certains avantages de nature à en faire recommander l'emploi dans des circonstances spéciales.

Après avoir exposé une théorie des plates-bandes, M. Résal étudie l'influence des procédés de construction sur la stabilité des voûtes, et examine notamment les effets du tassement sur cintre, du tassement au décintrement, l'emploi des chaînes de pierres de taille et l'usage des joints refouillés. La partie la plus

intéressante de cette étude, d'ailleurs fort soigneusement faite, se rapporte à la construction des voûtes par rouleaux : ce mode particulier de construction des ouvrages d'art, très employé au moyen âge, a été complètement abandonné par les ingénieurs des XVIIe et XVIIIe siècles, et de la première moitié du XIXe. Il a été repris depuis peu par certains constructeurs chargés d'établir des ponts d'ouverture exceptionnelle, et notamment par M. Séjourné, qui en a fait récemment des applications très remarquées. Il est cependant encore discuté, et ses adversaires prétendent qu'il change complètement les conditions de stabilité des voûtes, de telle sorte que l'on ne peut se fier aux indications fournies par les épures dressées dans l'hypothèse de l'emploi du mode de construction habituel, et que l'on ne sait au juste ce que l'on fait. M. Résal applique sa méthode aux voûtes construites par rouleaux, dont il donne la théorie rationnelle : il constate en effet que ce système modifie complètement le tracé de la courbe des pressions, et que, suivant les cas, les conséquences peuvent être favorables ou nuisibles à la solidité de l'ouvrage. Il indique ensuite les règles à suivre pour retirer de la division en rouleaux des avantages notables en évitant les inconvénients qu'elle peut entraîner, et en préconise l'emploi pour les grandes voûtes, à condition de tenir compte, dans la préparation des épures et la détermination du profil d'extrados, des conditions réelles où l'on se placera pendant l'exécution. A notre avis, la remarquable étude faite par M. Résal de ce procédé spécial de construction met fin à la controverse dont il était l'objet, et fixe dorénavant les conditions pratiques de son emploi.

Le chapitre se termine par des considérations générales sur la construction des voûtes. L'auteur indique les moyens divers dont disposent les constructeurs pour assurer la stabilité des voûtes; il propose une règle simple pour établir le *coefficient de hardiesse* d'un ouvrage donné, et cherche à démontrer que la limite d'ouverture des grands ponts pourrait, par une observation judicieuse des principes dérivés de sa méthode, et l'emploi des mortiers très résistants dont on dispose aujourd'hui, dépasser notablement les portées jusqu'ici admises comme exceptionnelles, et atteindre sans risques 100 mètres et même 150 mètres. M. Résal offre assez de garanties de toute sorte comme ingénieur et comme savant pour qu'on le croie sur parole.

Le chapitre IV a pour titre : *Piles, Culées, Voûtes biaises, Voûtes diverses.* La première partie de ce chapitre est consacrée aux piles et aux culées. M. Résal indique pour le calcul des

culées : 1° la méthode rationnelle, qui consiste à considérer la culée comme le prolongement de la voûte qu'elle supporte, et à prolonger en conséquence, par l'application de la théorie du chapitre II, la courbe des pressions jusqu'au massif de fondation. Cette méthode est la seule qui donne un résultat absolument certain et rigoureux ; 2° une méthode qui consiste à maintenir constant le travail maximum à la compression développé sur les assises successives de la culée, ainsi calculée comme un solide d'égale résistance ; 3° une méthode plus expéditive, mais donnant des résultats moins sûrs, qui est basée sur la constance du coefficient de stabilité, défini par le rapport de la distance de la courbe des pressions à l'extrados, mesurée sur le joint, à la longueur totale de ce joint. M. Résal critique la définition usuelle que l'on donne en général du coefficient de stabilité considéré comme le rapport du moment de renversement (dû à la poussée) au moment de résistance (dû au poids de la demi-voûte et de la culée). Il montre que la constance du coefficient de stabilité ainsi défini ne fournit aucune indication sérieuse sur la solidité de l'ouvrage.

Son opinion est justifiée à la fois par les exemples théoriques qu'il donne et par les indications de l'expérience : pour les culées très élevées, les constructeurs ont toujours été obligés d'attribuer au coefficient de stabilité ainsi défini des valeurs croissantes avec la distance verticale aux naissances. Il propose de rejeter cette définition du coefficient de stabilité, qui se trouve en fait irrationnelle et inutilisable.

Il termine cette étude des piles et des culées par l'examen de l'influence de la déformation élastique des culées sur la stabilité des voûtes, la détermination du surcroît de stabilité dû aux murs en retour, le calcul de la poussée des terres, la recherche des conditions de stabilité des culées considérées comme murs de soutènement ; et enfin l'étude des élégissements des piles et des culées.

M. Résal passe ensuite à la théorie des voûtes biaises qu'il considère comme formées d'arceaux droits infiniment minces et infiniment nombreux accolés et soudés entre eux. Il expose les différentes règles à suivre dans le choix et l'emploi des appareils en usage pour l'exécution de ce genre d'ouvrage ; puis, il étudie le tassement des voûtes biaises, il en démontre les effets pernicieux, et en conclut la nécessité de réduire au minimum, pour les voûtes biaises, le tassement dû au défaut de rigidité des cintres et à la contraction des mortiers, qui, pour les voûtes droites, ne

présente pas d'inconvénient bien sérieux. Il rejette comme inefficace l'emploi des tirants en fer pour relier les têtes des voûtes biaises entre elles et aux culées.

M. Résal aborde enfin l'étude des voûtes diverses. Il indique une méthode générale, basée sur deux règles rationnelles déduites de la théorie, et une règle pratique pour tracer l'appareil d'une voûte quelconque. Il applique cette théorie générale, qui comprend déjà comme application la théorie des voûtes biaises, à différents types de voûtes pour l'établissement desquels les constructeurs ont jusqu'ici suivi des errements empiriques plus ou moins justifiés : voûtes en pente ; voûtes gauches (Biais passé. Corne de vache) ; voûte du pont de Tours, etc.

Le chapitre se termine par une théorie nouvelle des voûtes d'arêtes, indiquant le moyen de déterminer les dimensions à attribuer aux nervures d'arêtes, pour assurer la stabilité de ce genre de construction.

Le chapitre v — *Renseignements pratiques. Formules usuelles* — est une compilation des différents ouvrages écrits sur la construction des voûtes, et fournit les renseignements pratiques et les formules usuelles dont on peut avoir besoin pour préparer le projet d'un pont : densité ; résistance ; coefficient de dilatation et de frottement ; adhérence des différents mortiers employés dans la construction des voûtes, résistance à la compression, à la traction, au glissement et coefficient de dilatation des maçonneries ; épaisseur des voûtes et des culées. En outre des formules énoncées par différents auteurs (et que M. Résal reproduit sous toute réserve, leur emploi ne lui paraissant pas devoir inspirer une sécurité absolue, au point de vue de la stabilité, et dispenser de l'usage de la méthode rigoureuse pour le tracé de la courbe des pressions), il propose deux règles empiriques pour le calcul des épaisseurs à la clef des voûtes surhaussées et des voûtes biaises.

L'auteur aborde ensuite la question du tassement des voûtes. Il signale les moyens à employer pour diminuer ce tassement et en éviter les conséquences fâcheuses, et réunit dans un tableau un grand nombre d'exemples importants.

Quant à la poussée des terres, M. Résal se borne à reproduire les tables pour le calcul de la poussée déduites par M. Flamant de la théorie de M. Boussinesq, et insérées dans les *Annales des ponts et chaussées* de 1885. Il y ajoute quelques renseignements relatifs à la densité et au coefficient de frottement des terres, qui faciliteront l'usage de ces tables.

A la suite du chapitre v, M. Résal donne sommairement la théorie rationnelle des voûtes dissymétriques, basée sur les mêmes principes que la théorie des voûtes symétriques exposée au chapitre II. Il montre que le tracé de la courbe des pressions est toujours possible et ne soulève pas de difficultés théoriques nouvelles. Mais comme sa méthode, appliquée à ce cas, ne lui semble pas présenter une utilité pratique réelle, et ne paraît guère susceptible d'être appliquée, vu la complication des calculs qu'elle entraînerait, il se dispense d'entrer dans aucun détail.

Le lecteur qui aura bien voulu nous suivre jusqu'au bout de cette analyse aura très certainement été frappé d'une chose, à savoir du nombre considérable de points sur lesquels nous avons eu à signaler des perfectionnements de théorie dus à M. Résal lui-même. C'est, en effet, là le trait qui caractérise l'œuvre dont nous venons de rendre compte; cette œuvre est plus qu'un traité didactique où se trouvent réunies et classées les règles de l'art, produits de l'observation et de la recherche des générations successives de constructeurs, c'est encore un livre original où l'auteur expose ses idées personnelles, les méthodes qui lui sont propres, et les résultats fort importants et souvent imprévus qu'il en a déduits. A cet égard, nous signalerons tout particulièremeut la façon heureuse dont M. Résal a su rattacher la théorie de la résistance des maçonneries aux principes fondamentaux qui lui ont servi de base pour l'étude des ouvrages métalliques, ce qui lui a permis de fournir une justification rationnelle de la loi du trapèze, et la belle méthode qu'il a imaginée, en se fondant sur ces principes, pour le tracé *exact* de la courbe des pressions, méthode dont il donne dans son livre même des applications aussi élégantes que variées.

Au mérite d'allier à l'expérience pratique la plus étendue les connaissances théoriques les plus solides et le don de l'invention dans les méthodes, M. Résal joint celui d'une exposition aussi claire, aussi limpide qu'attachante. On ne sait qu'admirer le plus en lui de l'ingénieur, du savant, ou de l'auteur. Nous nous tirerons de cette difficulté en attribuant à tous trois la même part d'éloges. Ce nouvel ouvrage, joint au traité de *Ponts métalliques* que nous rappelions plus haut, place incontestablement M. Résal au nombre des maîtres contemporains en l'art de construire des ponts.

MAURICE D'OCAGNE.

V

Bibliographie générale de l'astronomie, par J. C. Houzeau, ancien directeur de l'observatoire royal de Bruxelles, et A. Lancaster, bibliothécaire de cet établissement. Tome I, *Ouvrages imprimés et manuscrits*. Première partie. Grand in-8°, Bruxelles, juin 1887.

Nous avons entretenu plusieurs fois déjà nos lecteurs de cette importante publication (1). Rappelons qu'elle a pour but de réunir, en trois volumes, la description bibliographique de tous les ouvrages séparés, et de tous les articles, notices, mémoires et observations astronomiques disséminés dans les journaux et les revues.

C'est par le tome II que MM. Houzeau et Lancaster ont commencé leur publication. Ce volume, grand in-8° de 1300 pages, consacré tout entier aux collections périodiques, a paru en 1882. Nous disions alors, en le présentant à nos lecteurs : " Cet inventaire des richesses de l'astronomie sera entre les mains de tous ceux qui s'occupent de la science du ciel, à quelque titre que ce soit, un gagne-temps précieux et un guide sûr qui leur indiquera les chemins battus et les aidera à se renseigner sur les progrès accomplis. „ Nous l'avons expérimenté bien des fois depuis : la *Bibliographie générale* est une œuvre bien conçue et habilement réalisée, qui est appelée à rendre de grands services aux travailleurs. Nous saisissons avec empressement l'occasion qui nous est offerte aujourd'hui pour ratifier, après un contrôle de cinq ans, notre première appréciation, et pour nous associer aux éloges flatteurs, mais très mérités, dont le tome II a été l'objet dans les revues astronomiques.

Elles s'accordent toutes à reconnaître l'utilité et le mérite de ce travail; elles louent les auteurs des recherches immenses qu'ils se sont imposées et des soins qu'ils apportent à rendre leur œuvre parfaite. " Un coup d'œil sur l'ouvrage suffit pour constater l'énorme labeur qu'a exigé l'entreprise ; et un examen attentif démontre que le travail a été fait d'une manière minutieuse et complète qui mérite aux auteurs le plus grand crédit, et qui crée aux astronomes une obligation durable envers eux... Bien que dans un pareil travail les omissions soient inévitables,

(1) *Revue des questions scientifiques*, t. X, 231 et 590; t. XII, 598.

elles ne paraissent pas, après examen, être bien nombreuses. Ce n'est pas trop de dire que l'ouvrage, jusqu'ici, est d'une valeur incalculable, et que MM. Houzeau et Lancaster méritent la gratitude des astronomes pour l'avoir exécuté d'une manière si complète et si satisfaisante (1). „ L'*Observatory* (2), l'*Astronomical Register* (3), l'*English Mechanic* (4), l'*American Journal of science* (5), la revue américaine *Science* (6), les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences (7), la *Revue scientifique* (8), etc., s'expriment en termes analogues.

Nous ne doutons pas que la publication du tome I ne mérite aux auteurs le même concert d'éloges. Ce volume est consacré aux ouvrages séparés, imprimés et manuscrits ; il comprendra onze sections dont le tableau suivant donne l'ordre et les titres :

Section I. Ouvrages historiques.
II. Astrologie.
III. Biographies et commerce épistolaire.
IV. Ouvrages didactiques.
V. Astronomie sphérique.
VI. Astronomie théorique.
VII. Mécanique céleste.
VIII. Physique astronomique.
IX. Astronomie pratique.
X. Astronomie descriptive.
XI. Systèmes.

La *première partie*, la seule qui ait paru jusqu'ici, renferme une *introduction* historique, par J. C. Houzeau, et les deux premières sections ; elle comprend 900 pages, dont 530 à deux colonnes.

L'*Introduction* (1-310) est plutôt un coup d'œil sur l'évolution générale de l'astronomie, qu'une histoire proprement dite de cette science. L'auteur s'attache surtout à mettre en lumière la

(1) *Monthly Notices*, XLIII, 236.
(2) Vol. V, 259.
(3) Vol. XIX, 142 et 275.
(4) Vol. XXXV, 252.
(5) Vol. XXI, 253 et 415 ; vol. XXIV, 76.
(6) Vol. I (1883), 112.
(7) Vol. XCVIII, 929.
(8) Troisième série, t. V, 633.

genèse des idées astronomiques primitives, leurs modifications successives et leurs développements progressifs dans les temps historiques. La somme des matériaux qui entrent dans la composition de ce travail est très considérable ; l'esprit d'ordre et de méthode préside partout à leur mise en œuvre ; et les charmes d'un style élégant, mais sans prétention, en rendent l'étude très attrayante.

Nous n'essaierons pas de résumer ces 310 pages de faits intéressants et d'aperçus ingénieux ; leur analyse dépasserait de beaucoup les limites d'un article bibliographique ; d'autant plus qu'elle exigerait, pour être vraiment utile, la réfutation de quelques erreurs, étrangères à l'astronomie, et la discussion de plusieurs questions de détail, sur lesquelles l'histoire des sciences mathématiques, dont bien des chapitres sont encore à faire, laisse le champ libre aux conjectures. Nous nous bornerons donc à exprimer ici l'impression générale que nous a laissée la lecture de cette *introduction*. Il y a deux hommes en M. Houzeau : d'une part l'homme de science, l'astronome distingué et le bibliographe érudit qui parle avec autorité de choses qu'il connaît bien, et que l'on écoute toujours avec intérêt et avec fruit ; d'autre part le philosophe, ou plutôt le positiviste un peu railleur, qui apparaît, de loin en loin, dans une fin de non-recevoir tout arbitraire, dans un rapprochement plus que douteux, dans une méprise singulière comme on n'en rencontre que trop chez certains auteurs, d'ailleurs très instruits, mais qui ont le tort de parler philosophie et religion sans études philosophiques et religieuses suffisantes. Nous admirons sans réserve l'astronome et le bibliographe ; nous souhaitons au penseur un peu plus de métaphysique et de connaissances théologiques.

Cette *introduction* est suivie d'une table détaillée des matières qui y sont traitées (311-325).

Avant de parcourir le détail des deux sections qui forment les 530 pages suivantes, donnons une idée de la composition des articles.

Chacun des ouvrages signalés porte un numéro d'ordre, bien apparent, à l'aide duquel on y renverra dans la table générale. Le nom de l'auteur, imprimé en caractères gras, est donné tel qu'il figure au titre de l'ouvrage ; les noms latinisés, les pseudonymes, etc., sont suivis du nom vulgaire; des crochets indiquent que l'ouvrage est anonyme et que le nom de l'auteur n'est connu qu'indirectement.

Les titres sont transcrits dans la langue même dans laquelle

ils sont écrits ; il n'y a d'exception que pour le grec, le russe et les langues de l'Asie, pour lesquelles les titres sont presque toujours traduits. Dans ce cas, on indique avec soin la langue dans laquelle l'ouvrage est écrit, et, s'il y a lieu, de quelles versions le texte est accompagné.

Toutes les éditions d'un même ouvrage sont rangées, sous le même numéro d'ordre, à la suite de l'édition princeps. Lorsque le titre s'est transformé dans ces réimpressions successives, on le donne à nouveau, ou bien, dans le titre primitif, on enferme entre parenthèses les mots qui ont disparu plus tard, et on intercale, entre crochets, ceux qui y ont été introduits. Les données bibliographiques proprement dites viennent ensuite dans l'ordre suivant : le format, le lieu d'impression, la date, des remarques diverses. Ces données se répètent pour chaque édition. On y ajoute, pour les ouvrages les plus importants, une table des matières ; pour les recueils non exclusivement astronomiques, un sommaire partiel indique le sujet des mémoires ou des chapitres ayant trait à l'astronomie, et le volume et la page du recueil où il faut les chercher. En outre, des remarques, courtes mais substantielles, font connaître la nature des ouvrages dont le titre ne parle pas assez clairement, et attirent l'attention sur ceux qui contiennent quelques données intéressantes, surtout au point de vue de l'histoire et des progrès de la science.

Après la liste des éditions vient celle des traductions ; elles sont classées par langues, et rangées, dans chaque catégorie, suivant l'ordre chronologique. Les titres sont donnés tels qu'ils sont imprimés en tête de chaque traduction ; on les fait suivre du nom du traducteur.

Enfin, lorsqu'il s'agit d'un ouvrage analysé par un historien, ou résumé dans une publication périodique, on renvoie à ces comptes rendus. La clef des abréviations de ces références est donnée en tête du volume ; on apprend bien vite à s'en passer, car ces abréviations sont généralement très bien combinées.

On le voit, la *Bibliographie générale* n'est pas un catalogue aride et muet, mais plutôt une suite de monographies, souvent très intéressantes, et toujours très utiles à consulter. Elles le seraient plus encore, pour le commun des lecteurs, si MM. Houzeau et Lancaster avaient marqué d'un signe quelconque parmi les éditions d'un même ouvrage et, autant que possible, parmi les ouvrages de valeur très inégale qui se rapportent à un même

objet, les publications les plus recommandables ou les plus importantes. Leur vaste érudition, les lectures nombreuses qu'ils ont dû s'imposer pour mener leur entreprise à bonne fin, jointes à leur science profonde des choses de l'astronomie, les mettaient certainement à même de porter, sur une foule de livres, un jugement sérieux qui eût guidé les lecteurs dans leurs recherches.

Ces remarques générales donnent une idée de la composition des articles de la *Bibliographie générale*. Il nous reste à indiquer la distribution des matières dans les deux premières sections. Nous ajouterons à ce sommaire quelques corrections et quelques additions; elles se rapportent toutes à la première section, la plus intéressante et la seule que nous ayons examinée de près. Loin de déprécier aux yeux de nos lecteurs la valeur d'un ouvrage dont nous admirons la grande exactitude, ces critiques, peu nombreuses et souvent fort légères, donneront plus de poids à notre appréciation, en témoignant que nos éloges reposent sur un examen minutieux.

Section I. Cette section, qui sera la plus considérable du volume, est consacrée aux *ouvrages historiques*. Elle comprend toutes les publications séparées relatives à l'histoire de l'astronomie ancienne et moderne, ainsi que les ouvrages didactiques antérieurs au *Dialogo* de Galilée (1632). Nous donnerons les titres et le nombre des articles de chacun des vingt chapitres qui la composent.

Histoire de l'astronomie en général, cinquante-quatre articles.

La première histoire complète de l'astronomie est celle de J. F. Weidler, *Historia astronomiæ*, Witembergæ, 1741; la plus importante est celle de J. B. J. Delambre, continuée par L. Mathieu, 6 volumes. Celle de R. Grant, *History of physical astronomy*, London, 1852, devenue classique en Angleterre, est un ouvrage élémentaire très intéressant.

Histoire des mathématiques contenant l'histoire de l'astronomie, vingt et un articles.

Parmi les publications récentes, les plus importantes sont les travaux allemands de M. Cantor, H. Hankel, H. Suter et S. Günther.

L'histoire des mathématiques de J. F. Montucla a vieilli; l'*Essai sur l'histoire générale des mathématiques* de C. Bossut est rare et très imparfait; l'*Histoire des mathématiques* et l'*Histoire de l'astronomie* de F. Hoefer laissent à désirer. Le seul ouvrage français qui retrace sous une forme rapide l'histoire des sciences

est l'*Histoire des sciences mathématiques et physiques* de Max. Marie, Paris, 1883-1887. " L'histoire que j'ai désiré écrire, dit l'auteur, est celle de la filiation des idées et des méthodes scientifiques.

„ Il ne faut donc chercher dans cet ouvrage ni tentatives de restitution de faits inconnus ou d'ouvrages perdus, ni découvertes bibliographiques, ni discussions sur les faits incertains ou les dates douteuses, ni hypothèses sur la science des peuples qui ne nous ont transmis aucun monument certain de leur savoir (1). „ Nous recommandons cette publication à nos lecteurs; nous aurions voulu en faire un compte rendu pour la Revue, mais le temps nous a manqué.

Voici quelques corrections relatives à ce premier chapitre; les numéros d'ordre sont ceux de la *Bibliographie générale*.

70. Hankel, H. *Zur Geschichte der Mathematik*, 8°, Leipzig, 1874. — Ajouter aux références : *Niew archief voor Wiskunde*, t. II, 1876, 102 (De Jong); *Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques*, t. X, 209 (J. H.).

71. Günther, S. *Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 8°, Leipzig, 1876. La première des sept monographies que contient cet ouvrage n'est pas " une étude historique des constellations depuis les temps anciens jusqu'à l'époque actuelle „, mais une étude sur les polygones et les polyèdres étoilés. La sixième a rapport au calendrier juif; la septième est l'histoire des horloges à pendule avant Huygens.

73. Gerhardt, C. J. *Geschichte der Mathematik in Deutschland*, Bd I, 8°, München, 1877. Cet ouvrage fait partie de la publication, entreprise sous les auspices du roi Maximilien II par l'Académie royale des sciences de Bavière, d'une *Histoire des sciences en Allemagne*. Il n'est pas " inachevé „ ; mais il ne contient pas et ne devait pas contenir, à proprement parler, l'histoire de l'astronomie, traitée dans le volume suivant de la même collection par M. R. Wolf. Ce dernier ouvrage est signalé, dans la *Bibliographie générale*, au numéro 3374. Ajouter aux références du numéro 73 : *Bulletin des sciences mathématiques*, seconde série, II, 201 (S. Günther).

74. Cantor, M. *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*. Bd I, 8°, Leipzig, 1880. Ajoutez aux références : *Mathesis*, t. II, 11 (P. Ruex) où d'autres comptes rendus sont indiqués.

75. Marie, M., *Histoire des sciences mathématiques et physiques*,

(1) Tome I, *préface*.

8 vol. 8°, Paris, 1883-86. Trois nouveaux volumes ont paru récemment. Le neuvième va de Lagrange à Laplace ; le dixième de Laplace à Fourier ; le onzième de Fourier à Arago ; le douzième et dernier ira d'Arago à Abel et aux géomètres contemporains.

Histoire des découvertes et inventions contenant les découvertes et inventions astronomiques, huit articles.

Bibliographies et catalogues de livres d'astronomie, soixante et un articles.

La *Bibliographia astronomica* de J. F. Weidler et la *Bibliographie astronomique* de J. J. de Lalande ont conservé leur valeur. Le *Bulletino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, de B. Boncompagni, est une publication périodique au-dessus de tout éloge. La *Biblioteca matematica italiana* de P. Riccardi se recommande à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences.

101. Roggius, J. *Bibliotheca mathematica, sive criticus librorum mathematicorum...* 8° Tubingæ, 1830. Le mot *index* doit être intercalé, dans ce titre, avant le mot *criticus*. La première section seule de cet ouvrage a été publiée.

Sources pour l'astronomie des peuples primitifs, seize articles.

Astrolatrie, mythes, images, symboles, quatre-vingt-quatre articles.

L'origine de tous les cultes, ou la religion universelle, de C. F. Dupuis, " l'oracle, dit Letronne, de ceux qui voulaient, au commencement de ce siècle, passer pour érudits et pour philosophes, sans avoir ni philosophie, ni érudition ", est un livre démodé et sans valeur scientifique sérieuse.

Astronomie de l'Égypte et de l'Abyssinie, quatre-vingts articles.

Astronomie de la Chaldée, de l'Assyrie et de la Perse ancienne, seize articles.

La traduction de l'*Avesta* par C. de Harlez, signalée au n. 325, a eu une seconde édition : *Avesta, livre sacré du Zoroastrisme,* par C. de Harlez, seconde édition, Paris, 1881.

Astronomie de l'Inde et de Java, cent soixante-cinq articles.

Astronomie de la Chine et du Japon, cent vingt articles.

Ce chapitre est très étendu. Les auteurs de la *Bibliographie générale* auraient pu le rendre plus complet encore en consultant le grand ouvrage d'Henri Cordier, *Bibliotheca sinica, dictionnaire bibliographique des ouvrages relatifs à l'empire chinois,* 2 vol. Paris, 1881-1885. Nous en avons extrait quelques-unes des additions suivantes.

La bibliothèque de l'École Sainte-Geneviève, rue Lhomond, à Paris, possède de nombreux documents, manuscrits et autographiés, relatifs à la Chine. Voici la liste de ceux qui se rapportent à l'astronomie :

P. de Gollet, S. J., 4 volumes. On trouve parmi les pièces qui composent le premier volume une *dissertation critique sur l'éclipse de soleil dont parle le Chû-King, sous Tchong-lang* (1).

F. Verbiest, S. J., un volume in-folio, comprenant : *Astronomia Europæa* sub imperatore Tartaro-Sinico Câm-Hy appellato ex umbra in lucem revocata ... 1668; autographié sur papier plié en double à la manière chinoise, 6 feuillets sans le titre; le *Liber organicus* du même auteur, suivi de son *Compendium latinum* proponens XII posteriores figuras libri observationum ... ; 3 feuillets doubles, sans le titre, et 12 feuillets simples de figures. On a intercalé, à la suite, l'ouvrage suivant, en chinois et en mandchou, avec le titre latin imprimé avec caractères en bois : *Typus eclipsis lunæ,* anno Christi 1671, imperatoris Câm-Hy decimo, die XV lunæ ii^æ^, id est die XXV martii, ... Ce calcul d'éclipse, signalé dans la *Bibliographie générale* au numéro 576, est une seule feuille longue de plus de deux mètres; la bibliothèque du collège de la compagnie de Jésus, à Louvain, en possède un exemplaire; il y en a un autre, dit Carton, à la bibliothèque publique de Gand (2).

567. Verbiest, F. *Astronomia Europæa*, ... 4°, Dilingæ, 1687; " 126 pages. — Rare; un exemplaire à la bibl. nationale de Paris et un à la bibl. de l'université de Gand. „ La bibliothèque du collège de la compagnie de Jésus, à Louvain, possède trois exemplaires de cet ouvrage. Les 100 premières pages seules sont de Verbiest; les 26 dernières reproduisent le *Catalogus Patrum Societatis Jesu* qui post obitum S. Francisci Xaverii, ab anno 1581 usque ad annum 1681, in imperio Sinarum Jesu Christi fidem propugnarunt, ubi singulorum nomina, ingressus, prædicatio, mors, sepultura, libri sinice editi recensentur. E sinico

(1) Le *Chû-King* est le second des livres canoniques de premier ordre, ou *Grands King*, des Chinois. On y trouve quelques données astronomiques au chapitre premier de la première partie, et au chapitre quatrième de la seconde. C'est dans ce dernier chapitre qu'est mentionnée la première éclipse indiquée par les Chinois. Voir : *Le Chou-King*, un des livres sacrés des Chinois, par M. de Guignes, 4°, Paris, 1770. Cette édition renferme les observations du P. Gaubil sur le *Chû-King*, observations que l'on trouve également dans les éditions de Pauthier, *Les livres sacrés de l'Orient*, 1841-1843, et dans les *Observations mathématiques* de Souciet.

(2) *Notice biographique sur le P. Ferdinand Verbiest*, Bruges, 1839, p. 71.

latine redditus a P. Philippo Couplet, belga. Un catalogue semblable, *Catalogus librorum mathematicorum, physicorum et philosophorum sinice scriptorum editorumque a Missionnariis Soc. Jesu,* est inséré dans les *Litteræ patentes Imperatoris Sinarum Hang-hi*, de C. de Murr, Norimbergæ, 1802, 32.

571. Verbiest, F., *Typus eclipsis solaris* ...4°, Pekini, 1669. " Un exemplaire à l'université de Leyde. „ Il y en a un également, d'après Carton, à la bibliothèque publique d'Anvers (1).

586. Noël, F., *Observationes mathematicæ et physicæ*...4°, Pragæ, 1710. Une partie de ces observations avait été publiée antérieurement dans *Observations physiques et mathématiques,* ... avec les réflexions de Messieurs de l'Académie et les notes du P. Goüye, de la compagnie de Jésus, 4°, Paris, 1692.

591. Souciet, E., *Observations mathématiques,* ... 3 vol. 4°, Paris, 1729-32. Cet ouvrage est analysé dans le *Journal des Savants,* 1729, 657; et 1732, 524; et dans les *Mémoires de Trévoux,* 1730, 986 et 1133; 1733, 242 (P. Castel).

596. *Mémoires concernant l'histoire, les sciences, les arts, les mœurs, les usages des Chinois*, par les Missionnaires de Péking. 16 vol. 4°, Paris, 1776-1814. Le tome X contient une table générale des matières des volumes précédents; on lit, à la page 316 de cette table, que les auteurs de ces Mémoires sont Amiot, Cibot, Ko et Poirot.

600. Reeves, J., *Chinese names of stars and constellations* (Robert Morisson, *A dictionary of the Chinese langnage,* 4°, Macao et Londres, 1815-23; vol. I, part. II, 1063). Ces tables n'ajoutent rien d'essentiel, dit Abel de Rémusat, au catalogue des noms chinois des étoiles et des constellations que l'on trouve dans les *Observationes mathematicæ* du P. Fr. Noël. On peut consulter sur le même objet : Paul Perny, *Dictionnaire français-latin-chinois,* 4°, Paris, 1869; appendice, 4°, Paris, 1872; IX, 95 : Noms des constellations et des principales étoiles.

610. Wylie, A., *The Mongol astronomical instruments in Peking,* 8°, Leide, 1878. Extrait du vol. II des travaux de la 3e session du Congrès international des orientalistes, Leyde, 1878.

La *Bibliographie générale* ne signale pas : Simonelli, J. P., *Scientia eclipsium ex imperio et commercio Sinarum illustrata,* complectens integras constructiones astronomicas P. Jacobi Philippi Simonelli, observationes Sinicas P. Ignatii Kegler, inves-

(1) Op. citato, p. 71.

tigationes ordinis eclipsium P. Melchioris a Briga Soc. Jesu; 4°, Romæ, pars prima, 1744; pars secunda, 1745; pars tertia, 1748.

La bibliothèque de la compagnie de Jésus, à Louvain, possède une partie d'un traité d'astronomie en chinois, 31 feuillets doubles autographiés d'un seul côté, et dont le titre signifie : *Explication du Tableau du ciel, seconde section ;* il y est question des phases et du cours de la lune, de l'année, des saisons, etc. Ce livre ne paraît pas être l'œuvre d'un missionnaire européen ; des considérations philosophiques sur le soleil, principe mâle, et la lune, principe femelle, trahissent un écrivain chinois.

Histoire de l'astronomie classique ancienne, cent dix-sept articles.

Collections d'ouvrages historiques, cinquante-deux articles.

Astronomes grecs, du — vi^e au xve siècle, deux cent vingt-quatre articles.

Dans ces deux derniers chapitres, la *Bibliographie générale* distingue soigneusement les éditions exclusivement grecques, exclusivement latines, et celles où le texte est accompagné d'une traduction. Les articles 985-1018 donnent la liste des traités grecs anonymes (manuscrits) de la décadence avec l'indication des bibliothèques européennes où ils se trouvent.

823. La brochure de J. L. Heiberg, *Quæstiones Archimedeæ, inest de arenæ numero libellus*, 8°, Hauniæ, 1879, ne contient pas la traduction latine de l'Arénaire, comme l'indique le signe [L], mais le texte grec seulement " specimen novæ operum Archimedis editionis. „

826. L'édition des œuvres d'Archimède, Paris, 1615 (D. Rivaltus) ne donne que le texte des propositions en grec. Les démonstrations sont en latin.

883. Les météores de Cléomedes. Voici le titre exact de l'édition de R. Balforeus : *Cleomedis meteora græce et latine* a Roberto Balforeo ex ms. codice bibliothecæ illustrissimi Card. Ioyosii multis mendis repurgata, latine versa, et perpetuo commentario illustrata, 4°, Burdigalæ, 1605.

Astronomes latins, du i^er au viiie siècle, cinquante-neuf articles.

Histoire de l'astronomie du moyen age, vingt-sept articles.

Astronomes hébreux, arméniens, syriaques, arabes, persans et turcs, quatre cent quatre-vingt-quatorze articles. Ce chapitre, fort développé, indique les nombreux matériaux inédits de la période arabe.

Astronomes de la renaissance, du ixe siècle jusqu'à l'appari-

tion du *Dialogo* de Galilée (1632); mille quatre cent soixante-dix articles.

Les ouvrages d'un même auteur sont rangés à la suite les uns des autres. Ceux dont la composition est antérieure à l'invention de l'imprimerie sont rapportés au siècle où ils ont été écrits, quelle que soit la date de leur impression. Ceux qui sont postérieurs à cette invention sont rangés par ordre de dates d'impression. Les travaux relatifs à l'astrolabe, à l'astrologie, aux tables astronomiques et au calendrier sont renvoyés à des chapitres spéciaux.

Ce chapitre est très intéressant. Le nombre des éditions différentes par lesquelles ont passé certains ouvrages est vraiment prodigieux; ainsi, les articles 1639-1665, consacrés à J. de Sacro Bosco, en signalent 145 pour le texte de son traité de la sphère et 23 pour les traductions. Les *Theoricæ novæ Planetarum* de G. Purbach ont eu un succès analogue.

On a réuni, dans les articles 1867-2249, par ordre de matières, les indications relatives aux manuscrits anonymes de l'époque de la renaissance dont la date ne peut être assignée exactement. Ce précieux inventaire n'avait point été dressé jusqu'ici.

1769-1771. Ouvrages de N. Oresme. On a omis : *Traité de la sphère*, 4°, Paris, sans date; seconde édition, 4°, Paris, 1508. C'est le plus ancien livre d'astronomie composé en français. On peut consulter, sur les écrits du célèbre géomètre normand, la brochure de Max. Curtze, *Die mathematischen Schriften des Nicole Oresme*, 4°, Thorn, 1870.

2266. Regiomontanus, J., *Scripta de torqueto*,...4°, Norimbergæ, 1544. Préface : quatre feuillets non paginés. Vient ensuite : *Joannis de Monte Regio super Torqueto... problemata XXI*, 13 feuillets, dont le recto seul est numéroté; puis : *Joannis Schoneri,... de constructione torqueti, dogmata VI*, 6 feuillets; *Joannis de Monteregio super usu et constructione astrolabii armillaris Ptolemæi enarratio*, 6 feuillets. Ce premier ouvrage est *suivi* des *observationes*, 34 feuillets; on a intercalé à la suite : *Canones pro compositione et usu gnomonis geometrici... a.. Georgio Burbachio (sic) compositi*, 27 feuillets, même pagination.

2290. Faber Stapulensis, J., *Introductorium astronomicum*. La bibliothèque de la compagnie de Jésus, à Louvain, possède un exemplaire de la dernière édition : *Introductorium astronomicum, theorias corporum cœlestium duobus libris complectens, adjecto commentario declaratum*, fol., Parisiis. ex officina Henrici Stephani, 1517. Ni le nom de l'auteur, ni celui du commentateur

ne figurent dans le titre. La pagination est très incorrecte ; le recto des feuillets seul est numéroté ; le dernier porte par erreur 56 au lieu de 66. Il y a des figures géométriques dans le texte. L'exemplaire que nous avons sous les yeux est intercalé, dans le même volume, à la suite de Apianus Petrus, *Instrumentum primi mobilis,* nunc primum et inventum et in lucem editum, accedunt iis Gebri filii Affla hispalensis, astronomi vetustissimi pariter et peritissimi, libri IX de astronomia, ante aliquot sæcula arabice scripti et per Giriardum (*sic*) Cremonensem latine donati, nunc vero omnium primum in lucem editi, fol. Norimbergæ, 1534. L'ouvrage d'Apian occupe 40 feuillets non paginés; il est signalé, dans la *Bibliographie générale*, au numéro 2399.

2503. Copernicus, N., *De revolutionibus orbium cœlestium libri VI.* L'édition fol. Norimbergæ, 1543, faite d'après une copie du manuscrit original due probablement à J. Rheticus, est très recommandable. Le texte de l'édition fol. Varsoviæ, 1854, est beaucoup moins correct. L'édition récente, 4°, Thoruni, 1873, publiée à l'occasion du quatrième centenaire de la naissance de N. Copernic, a été faite sur le manuscrit original, non pas " conservé à la bibliothèque de Nostitz ", mais actuellement en possession de la famille des comtes de Nostitz, à Prague. On lira avec le plus vif intérêt, dans les prolégomènes de l'édition de Thorn, les détails que donne M. Max. Curtze sur l'histoire et la composition de ce manuscrit.

Les éditeurs de Thorn ont joint à l'ouvrage de Copernic la *Narratio prima* de Joachim Rheticus qui l'annonça pour la première fois au monde savant; elle contient des détails précieux sur la vie de Copernic.

Les numéros 2563 et 2564 signalent les ouvrages de Postellus, G. On a omis : *Cosmographicæ disciplinæ compendium*, 4°, Basileæ, 1561 ; et *Signorum cœlestium vera configuratio aut asterismus,* 4°, Parisiis, 1553.

2694. Diggesius, T., *Aleæ seu scalæ mathematicæ, or mathematical wings or ladders*, 4°, London, 1573. Les mots " or mathematical wings or ladders " ne figurent pas dans le titre. L'ouvrage de Digges est suivi de celui de Dee J., *Parallaticæ commentationis praxeosque nucleus quidam*, 4°, Londini, 1573 ; préface de Digges.

2703. Brahe, Tycho, *Astronomiæ instauratæ mechanica,* fol., Norimbergæ, 1602. Au frontispice, portrait de T. Brahé. Nombreuses figures sur bois non coloriées ; pas de pagination. Le grand sextant de quatre coudées de rayon, dont se servait Tycho Brahé, est représenté et décrit, dans cette édition, feuille A,

pages 9 et 10 ; son quadrant mural dont il avait fait orner la surface, à l'intérieur du cercle, de peintures représentant sa personne, ses laboratoires, son chien, etc., est dessiné feuille A, page 12, et décrit feuille B, pages 1 et 2. On sait que tous ces instruments ont péri dans les guerres et les incendies, du temps même de Kepler. Feuille G, T. Brahé raconte son histoire et expose la suite de ses travaux astronomiques et de ses projets ; il donne, en appendice, la description et la carte de l'île Hveen, les plans et les dessins du château d'Uranibourg et des autres constructions qu'il avait fait exécuter dans son domaine. Rappelons en passant que le véritable nom du célèbre astronome est *Tyge;* il signe Tycho dans sa correspondance en latin et en allemand. A ce prénom, il joint souvent le surnom d'*Ottesen,* fils d'Otto. Son nom de famille est *Brahe* et non von Brahe comme le disent quelques biographes ; il ajoute à ce nom le titre nobiliaire *til Knudstrup*, nom du fief patrimonial qu'il vendit en 1594 à son frère puîné Steen Brahe, mais en retenant le droit de conserver pour lui et ses descendants cette appellation.

2847. Kepler, J. *Opera omnia,* edidit *C. Frisch,* 8 vol., 8°, Francfort-sur-le-Mein, et Erlangen, 1858-1871. C'est la seule édition complète des œuvres de Kepler. Sa correspondance et ses ouvrages sont écrits en latin ; quelques mémoires seulement sont composés en allemand ; on trouve, dans le tome VIII, une biographie de Kepler dont le premier chapitre retrace l'histoire de l'astronomie au XVIe siècle.

Traités de l'astrolabe, deux cent cinquante-deux articles.

On a réuni, dans ce chapitre, tous les traités de l'astrolabe grecs, hébreux, arabes, persans, turcs, latins de la renaissance, ainsi que les ouvrages qui ont rapport à la projection de la sphère céleste. Un grand nombre sont inédits.

Histoire de l'astronomie moderne, cinquante-neuf articles.

3378. Clerke, Agnes M. *A popular history of astronomy during the nineteenth century*, 8°, Edinburgh and London, 1885. Cet ouvrage vient d'avoir une seconde édition, 1887.

Œuvres et recueils de mémoires d'astronomes modernes, deux cent dix-sept articles.

3380. Viète, F., *Opera mathematica*, fol., Lugduni Batavorum, 1646. Les seuls écrits de Viète qui touchent à l'astronomie sont les critiques qu'il adressa à la réforme grégorienne du calendrier ; elles ne lui font pas honneur.

3406. Tacquet, A. *Opera mathematica.* L'astronomie, en huit livres, occupe non pas " 150 pages environ „ mais 347 dans l'édition fol. Anverpiæ, 1669.

La *Section II* est consacrée aux ouvrages d'astrologie ; nous ne l'avons point examinée en détail. Nous nous contenterons d'indiquer le titre des chapitres et le nombre des articles qu'ils renferment.

Astrologues de l'antiquité, cent soixante-seize articles.

Astrologues arabes et orientaux, trois cent trente-neuf articles.

Astrologues de la renaissance avant l'imprimerie, cinq cent soixante-neuf articles.

Ouvrages d'astrologie générale postérieurs à l'usage de l'imprimerie, huit cent cinquante et un articles.

Traités astrologiques des conjonctions, des éclipses et des comètes, trois cent vingt articles.

Astrologie médicale, soixante-quatre articles.

Nous tiendrons les lecteurs de la Revue au courant de la publication des fascicules suivants.

J. T.

VI

Notes sur l'histoire de la photographie astronomique, par M. G. Rayet, directeur de l'observatoire de Bordeaux. — Brochure in-8° de 64 p. — 1887. — Paris, Gauthier-Villars (1).

La photographie astronomique est de plus en plus à l'ordre du jour. Déjà la *Revue des questions scientifiques* a rendu compte, en avril dernier, de l'importante notice consacrée à ce sujet par M. le contre-amiral Mouchez dans l'Annuaire du Bureau des longitudes. Au moment même où paraissait cette livraison de la Revue, se tenait à l'observatoire de Paris (2) la conférence internationale réunie par l'heureuse initiative du savant directeur de cet établissement en vue d'étudier les moyens de dresser photographiquement la carte générale du ciel. Nous n'avons pas à revenir sur ce qui a été dit ici, d'après l'amiral Mouchez, des immenses résultats, pour la science, de cette magnifique entreprise. Mais celle-ci donne un intérêt d'autant plus grand à l'historique, succinct quoique très complet, que vient de publier M. G. Rayet, directeur de l'observatoire de Bordeaux, sous le

(1) *Bulletin astronomique* de l'Observatoire de Paris, IV, 1887.
(2) Du 16 au 25 avril.

titre trop modeste de *Notes,* de l'application des procédés daguerrien et photographique à l'étude des diverses branches de l'astronomie.

Au début, et sans remonter plus loin qu'à une vingtaine d'années, l'on n'avait encore obtenu de résultats sérieux et dignes d'intérêt qu'en ce qui concerne la lune. Dès 1840, J. W. Draper, puis en 1850 W. C. Bond obtiennent de bonnes séries de daguerréotypes de la lune, le premier à l'aide d'un télescope newtonien de 13^{cm} d'ouverture, le second au moyen du grand équatorial de 38^{cm} d'ouverture, qui venait d'être installé à l'observatoire de Harvard College. Mais en 1851 le procédé au collodion, autrement dit la photographie, remplace la plaque daguerrienne et, à partir de ce moment, la représentation de la lune fait de tels progrès qu'il est bientôt permis de dire la figuration plane et orographique de l'hémisphère lunaire perceptible à nos regards, plus complète et plus exacte que la mappemonde elle-même.

Après la reproduction de notre satellite, l'art de Niepce et de Daguerre s'essaya à celle des éclipses de soleil et des protubérances et enveloppe coronale que ce phénomène rend visibles. L'essai fut vain lors de la première tentative, faite à l'occasion de l'éclipse du 8 juillet 1842, mais il fut plus heureux à celle du 28 juillet 1851 : MM. le Dr Busch et Berkowski purent avoir une très belle image de la couronne et des principales protubérances. Les progrès réalisés d'année en année permirent d'obtenir, sur différents points du globe, des épreuves remarquables, comme finesse et luxe de détails, des phénomènes qui ont signalé l'éclipse totale du 12 décembre 1871.

Reproduire l'image de la lune et du soleil éclipsé ne pouvait suffire aux astronomes. Ils ont voulu avoir également celle du soleil dans toute sa lumière et son plein éclat, et avec les détails des taches, de leur pénombre, des facules, granulations, etc., qui donnent à sa surface un si curieux aspect. L'intensité même de la lumière rendait la tâche plus difficile ; cependant, dès 1845, MM. Fizeau et Foucault obtinrent un daguerréotype du disque solaire montrant des groupes de taches avec leur pénombre et indiquant la décroissance lumineuse du centre à la circonférence. Ce n'était qu'un début. Sans suivre pas à pas le récit de M. Rayet, donnant le détail des progrès successivement obtenus, franchissons 32 ou 33 ans pour indiquer le magnifique résultat auquel est arrivé M. Janssen en 1877 et 1878 : il a en effet obtenu des photographies solaires à grande échelle, montrant avec

netteté les granulations qui donnent à la surface cette apparence de dessins de feuilles de saule et de grains de riz, en un mot reproduisant avec toute la précision désirable le réseau photosphérique tout entier. Les durées de pose avaient varié entre $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{6000}$ de seconde.

Ce n'est guère qu'en 1850 que l'on a commencé à appliquer, sans succès bien complets, le daguerréotype à la reproduction de quelques étoiles isolées. Mais, en 1857, l'emploi de la photographie permit d'obtenir, par une pose de 18 minutes, de bonnes images de l'étoile double Mizar ou ζ de la grande Ourse, et de sa voisine Alcor, et de déterminer, par des mesures micrométriques, la distance angulaire de ces deux astres. Nous savons qu'aujourd'hui ce n'est plus seulement de quelques étoiles prises isolément, mais de tout l'ensemble des objets sidéraux peuplant le ciel étoilé de nos belles nuits, qu'il s'agit d'obtenir la carte fidèle, jusques et y compris les étoiles de 14e grandeur.

Outre les objets permanents dont est constellée la voûte céleste, il y a aussi ces astres errants et fugitifs connus sous le nom de comètes. Leur représentation photographique offre des difficultés particulières en raison de la rapidité de leur mouvement apparent au voisinage de leur périhélie, alors qu'ils sont cependant le plus brillants. La comète de Donati, en 1858, est la première à laquelle on ait tenté d'appliquer la photographie : un seul essai, celui de M. Usherwood, de Walton Common, fut couronné de succès. La comète de 1881 et son spectre purent être obtenus avec pleine réussite par plusieurs opérateurs. Mais le résultat le plus important est celui qui a été réalisé par M. Janssen, et dont il a été rendu compte ici-même, t. XI, d'après l'Annuaire du Bureau des longitudes de 1882.

Arriver à reproduire et à fixer l'image des astres soit isolément, soit par groupes, est assurément déjà un résultat immense. Mais, étant donné le mode nouveau d'observation appelé analyse spectrale ou spectroscopie, ce premier résultat en commandait un autre : il fallait pouvoir fixer le spectre de ces astres. On y est parvenu. C'est en 1871 et 1872 que H. Draper s'engagea, le premier, dans cette voie : il put photographier le spectre de l'étoile α de la Lyre " à l'aide de son grand télescope de 72^{cm} de diamètre et en plaçant un prisme de quartz sur le trajet des rayons lumineux en avant du foyer principal de l'instrument. „ Aujourd'hui, on est parvenu plus loin : de 1876 à 1886, MM. Huggins et Miller, avec une durée de pose d'une

heure, ont pu fixer les spectres photographiques des principales étoiles de 1re et de 2e grandeur et les comparer à ceux de la lune, des planètes, et de la lumière diffuse du ciel; ils ont obtenu également les spectres de plusieurs étoiles doubles, des grandes comètes et de plusieurs nébuleuses. Enfin M. Pickering a pu rendre photographiquement et d'une manière très sensible les spectres des étoiles jusqu'aux 7e et 8e grandeurs.

Le travail de M. G. Rayet se termine par un VIIe chapitre qui retrace l'histoire de l'emploi de la photographie comme méthode de mesure astronomique : certains astronomes ont dans cette méthode nouvelle une confiance si grande qu'ils proposent de l'appliquer même à la détermination des parallaxes d'étoiles. " Il semble vraiment à quelques-uns, dit l'auteur, que la plaque au gélatino-bromure d'argent doit remplacer partout l'œil de l'astronome. „ Et il s'élève contre l'exagération de cette tendance, l'application de la photographie, pour apporter à l'œil et à la main de l'astronome un concours d'un prix inestimable, ne devant pas, toutefois, les supplanter.

J. D'E.

VII

Les matières premières, par le Dr F. Genevoix, licencié ès sciences, lauréat de la Faculté de médecine, etc. — Un vol. in-32 de 192 p. — Paris, Alcan *(Bibliothèque utile)*.

Les matières *premières*, c'est-à-dire qui n'ont pas encore subi le travail préparatoire destiné à les rendre propres à la consommation, proviennent de trois origines correspondant aux trois règnes de la nature, et sont d'essence animale, végétale ou minérale. Encore peut-on subdiviser ces provenances conformément aux grandes divisions de la classification naturelle, suivant qu'elles se rattachent aux vertébrés ou aux invertébrés chez les animaux; aux acotylédones, aux monocotylédones et aux dicotylédones parmi les plantes; enfin aux métalloïdes et aux métaux dans le règne minéral.

L'alimentation et le vêtement sont les principaux emplois des matières animales et végétales, surtout si, dans l'*alimentation*, la nourriture et l'engrais du bétail sont compris. La médecine et la pharmacie puisent aussi dans ces deux ordres, principalement

quoique non exclusivement, leurs médicaments divers. Quant aux métalloïdes et aux métaux, en dehors d'un petit nombre d'emplois médicaux et d'expériences de laboratoires, leurs usages sont exclusivement industriels.

Nous ne saurions analyser ici en leur entier les éléments de ce petit volume tout composé d'abrégés et de détails. Nous prendrons un chapitre dans le nombre, celui qui a pour titre : *Dicotylédones forestières.* Remarquons d'abord que la répartition du règne végétal en acotylédones, monocotylédones et dicotylédones est bien un peu vieillote. On admet davantage aujourd'hui la séparation en cryptogames et en phanérogames, avec subdivision de ces derniers en angiospermes et en gymnospermes, la monocotylédonie n'étant considérée, dans la cotylédonie, que comme un fait accidentel. Mais passons. La collocation de l'aune et du bouleau dans les *castanéacées* (?), celle du buis dans les *célastrinées*, du merisier et du poirier dans les rosacées, de l'érable dans les sapindacées, sont faites pour nous surprendre. Le chêne, le hêtre, le châtaignier avaient été compris jusqu'ici dans la famille des cupulifères ou quercinées, le genre chêne, bien plus répandu et plus riche en espèces que le châtaignier, convenant infiniment mieux pour fournir le type de la famille. En tout cas, quercinées ou castanéacées, jamais on ne saurait les rapprocher en un seul groupe avec des genres de la famille des bétulinées, comme l'aune et le bouleau. Le merisier est une amygdalée; le poirier est une pomacée, famille voisine il est vrai des rosacées, mais qui s'en distingue par des caractères assez tranchés. Enfin faire du buis une célastrinée, et le rendre ainsi cousin germain du fusain, est une nouveauté qu'il eût fallu justifier. Il est vrai que l'auteur nous signale le houx, cet arbuste propre à faire des cannes et de menus ouvrages de tour et de marqueterie, comme " très bon pour la charpente " (*sic*). Il nous apprend aussi que le pin sylvestre " s'élève jusqu'à une hauteur de 15 mètres ", ne paraissant pas se douter que, dans certaines conditions de climat, de sol et de croissance en massif, cet arbre peut atteindre 30, 35 et même 40 mètres d'élévation au-dessus du sol.

Il ne faudrait pas toutefois que ces critiques fissent juger au-dessous de son mérite l'ensemble de cet opuscule, qui a peut-être été composé un peu hâtivement, mais qui n'en contient pas moins, dans l'ordre de ce que l'on est convenu d'appeler *leçons de choses,* une foule de données utiles et de renseignements précieux. Après tout, il importe peu, pour le but que s'est proposé l'auteur, que quelque confusion se soit glissée dans les familles des " dicotylé-

dones forestières. Et, pour les pins de 30 à 40 mètres de hauteur, nous devons reconnaître que le cas en est encore relativement rare. Somme toute, le plan de *Matières premières* est bien conçu, la division en est claire et méthodique, le style coulant et facile; et en présence des qualités d'ensemble, il est permis de dire de ce travail : *non ego paucis offendar maculis.*

J. d'E.

VIII

La photographie, son histoire, ses procédés, ses applications par H. Gossin, avec figures dans le texte. — Un vol. in-32 de 185 p. Paris. Alcan *(Bibliothèque utile).*

Dans la Revue d'avril dernier, nous avons fait connaître, d'après M. le contre-amiral Mouchez, les services immenses et sans précédent que l'art photographique est appelé à rendre à l'astronomie. Ce n'est pas seulement cette science qui doit en bénéficier : les sciences physiques et naturelles, la géographie, l'érudition, l'archéologie, l'instruction judiciaire, en temps de guerre la confection de dépêches en caractères microscopiques déchiffrables par projection; sans parler de plusieurs industries et de l'art lui-même proprement dit, toutes ces branches de l'activité humaine empruntent à la photographie un concours de plus en plus précieux. Par suite de la progression probable de ce concours, on peut prévoir le temps où la connaissance au moins théorique des méthodes et des procédés opératoires de l'art photographique fera partie du bagage intellectuel obligé de tous les gens instruits. D'ores et déjà il est fort intéressant de pouvoir se renseigner à cet égard ; et le nouvel opuscule de la *Bibliothèque utile* publiée par la librairie Alcan peut rendre des services à ce point de vue. C'est un *compendium* succinct, un peu trop succinct peut-être, des données relatives à la fixation des images produites par la lumière, à l'historique de cette merveilleuse découverte, aux progrès successifs de ses applications de plus en plus nombreuses, aux procédés employés qui vont sans cesse se perfectionnant, — le tout accompagné de détails techniques assurément fort utiles, mais qui eussent gagné à être plus développés, si l'exiguïté du volume l'eût permis. L'application de la photographie à la gravure et à la lithographie par les procédés

de la phototypie, de la photoglyptie, etc., et enfin, l'exposé sommaire de son emploi dans les sciences, l'industrie, etc., complètent ce petit traité. Ajoutons que cet opuscule justifie, mieux que bon nombre d'autres de ses pareils, le titre de la *Bibliothèque utile* à laquelle il appartient.

J. D'E.

IX

LE SOCIALISME CONSIDÉRÉ AU POINT DE VUE DU DROIT NATUREL, par Louis HALLEUX, avocat à Bruges, membre de la Société belge d'économie sociale. Un vol. in-8° de 126 pages, 1887. — Bruges, Beyaert-Storie.

Sous ce titre, M. Halleux vient de publier un ouvrage d'un intérêt tout actuel. " C'est généralement, dit-il, sur le terrain économique qu'on attaque le socialisme : on le considère sous le rapport de l'*utile;* on montre combien ses doctrines sont contraires aux intérêts de la société et des individus.

„ Il est un terrain plus important sur lequel il faut le combattre, c'est le terrain *juridique;* il est un point de vue plus élevé auquel il faut se placer, c'est celui du *juste.* Là est le véritable terrain de la lutte ; là est le vrai point de vue, philosophique autant que populaire, celui de la conscience.

„ On démontre à l'ouvrier qu'il y a dans la richesse une part pour le travail, et une part pour le capital. A quoi bon, si on ne lui prouve pas que le capital a *droit* à sa part, comme le travail a droit à la sienne ?

„ On lui explique la diminution de son salaire par la loi de l'offre et de la demande. Que lui importe, si on ne la lui justifie pas par la loi du juste et de l'injuste ? La multitude ne réclame pas seulement du travail et du pain. Elle demande plus. " Il y a, „ suivant l'éloquente expression de M. le comte de Mun, un grand „ cri vers la justice „.

„ Le socialisme se présente avant tout comme l'envoyé de la justice. C'est principalement en son nom qu'il faut le combattre. „

Ces lignes, qui servent d'introduction, indiquent clairement le but de l'auteur, et la manière dont il se propose de l'atteindre. Il envisage d'abord le socialisme en général, et en indique la ten-

dance fondamentale : l'égalité des droits et des jouissances, conséquence de la négation de Dieu et de la vie future. Après avoir réfuté brièvement le principe " d'égalité absolue des hommes ", qu'il marque comme le point essentiel des doctrines socialistes, il en examine successivement les diverses applications aux principes fondamentaux de l'ordre social : la famille, la propriété, la production et la distribution des richesses, l'impôt et la souveraineté.

L'auteur saisit nettement les rapports des différentes questions dont il indique la solution. Sa conception claire lui fournit la base d'un ordre méthodique, permettant de suivre sans effort un exposé précis, mais dont la concision rend difficile l'analyse détaillée d'un ouvrage qui revêt plutôt la forme d'un *compendium* que celle d'un traité.

La première partie est consacrée à l'étude du socialisme et de la propriété. Les socialistes y sont ramenés à trois catégories :

Les *communistes*, partisans de la communauté égalitaire, parmi lesquels sont rangés Platon, Hobbes, Fichte, Fourier, Saint-Simon, Cabet, Owen, Marx.

Les *socialistes proprement dits*, qui admettent la propriété individuelle, mais qui, avec Rousseau, ne l'accordent qu'à titre précaire, en rejetant l'hérédité, et dans les limites de l'égalité, sous la dépendance de l'autorité sociale, qui en dispose librement.

La *troisième catégorie* comprend ceux qui, admettant complètement la propriété privée, la font cependant dériver, soit d'un contrat, avec Grotius et Puffendorf, soit, avec Montesquieu, Bentham, B. Constant, et l'école historique, d'un acte de l'autorité sociale, qui aurait brisé la collectivité universelle, à laquelle tout aurait primitivement appartenu.

Toutes ces théories sont ramenées à un principe commun : " négation du droit naturel de l'individu ; affirmation du droit, naturel ou conventionnel, de la société ", auquel l'auteur oppose la thèse " que le principe du collectivisme est faux, et que la propriété individuelle découle de la nature, c'est-à-dire de l'ordre établi par Dieu.

Pour la démontrer, il distingue d'abord " la propriété en général " de " la propriété considérée dans ses attributs ", parmi lesquels il range le droit sur le fruit et sur le fonds, le droit de jouir de la chose et d'en disposer, le droit individuel et exclusif, et le droit héréditaire.

A vrai dire, nous ne voyons guère l'utilité de cette distinction,

d'autant plus que la définition, un peu vague, de ce que l'auteur appelle " la propriété en général „, ne nous paraît pas en établir suffisamment le fondement. Les mêmes arguments servent d'ailleurs, au fond, à la démonstration des deux parties, qui se trouvent, en fait, ramenées ainsi l'une à l'autre.

Ces arguments sont tirés du devoir de conservation, qui impose à l'homme l'obligation d'user des choses nécessaires à l'entretien de sa vie; de la personnalité humaine, d'où dérive le droit de travailler, et celui d'avoir la propriété du produit, qui appartient à l'homme comme ses facultés mêmes, dont il est en quelque sorte le prolongement ; enfin des besoins sociaux, qui réclament la propriété privative comme un moyen d'ordre et de paix, et comme un stimulant sans lequel disparaîtrait l'influence de l'intérêt personnel, cause de tout progrès et de toute fécondité.

Cet exposé des théories socialistes, et les arguments produits pour en établir la réfutation, et pour légitimer la propriété, satisferont-ils tout le monde ? Nous n'oserions l'affirmer.

Pour ne pas dépasser les limites que notre cadre ne nous permet pas de franchir, nous nous bornerons à une courte observation.

A la vérité, rien n'est plus variable que le socialisme. C'est une doctrine protéiforme, qui semble échapper aux prises d'une définition bien rigoureuse. Comme le dit M. de Laveleye, on est toujours le socialiste de quelqu'un. Néanmoins, ce n'est pas sans raison que l'on partage les réformateurs sociaux en deux catégories principales : les socialistes proprement dits, et les communistes; les premiers reconnaissant la légitimité de la propriété individuelle (dans les limites d'une égalité plus ou moins complète), les seconds ne l'admettant pas du tout. Mais encore faut-il ici s'entendre. Autre chose est de n'admettre aucune propriété individuelle, autre chose de ne pas l'admettre telle qu'elle existe aujourd'hui. C'est, croyons-nous, pour n'avoir pas suffisamment tenu compte de cette différence, que l'auteur a cru pouvoir grouper sous une dénomination générique qui semble les assimiler, et repousser par une commune réfutation des systèmes aussi divers, par exemple, que ceux de Cabet et de Marx, dont les théories demanderaient un examen séparé. Le premier veut " l'égalité la plus absolue, dans tous les cas où cette égalité n'est pas matériellement impossible „. Il demande que le territoire ne forme qu'un seul *domaine social*, et tous les meubles des associés, avec tous les produits de la terre et de

l'industrie, un seul *capital social*, appartenant indivisément au peuple, qui les exploite, et qui partage également les produits.

C'est là le communisme égalitaire, ou communisme absolu, qui supprime toute propriété, comme celui d'Owen, qui abolit " tout signe représentatif d'une richesse personnelle ", etc.

Mais Marx et le collectivisme ne réclament pas une telle organisation. L'auteur du *Manifeste des Communistes* s'est, il est vrai, donné à lui-même le nom mérité par Cabet, Owen, et autres réformateurs de la même école, mais dans un tout autre sens que celui d'un communisme égalitaire absolu. Notons, en passant, que Marx détruit sans édifier. Il s'est borné à une critique violente, sans donner un plan de réformes positives. Le collectivisme, qui découle de ses principes, tel, par exemple, qu'il a été formulé pour la partie positive par Schäffle, ne prétend pas supprimer toute propriété. Il se borne à empêcher l'appropriation personnelle du capital, pour supprimer les monopoles qui, d'après lui, empêchent les travailleurs d'obtenir, dans la répartition du produit, une part proportionnelle à leur travail. Celui-ci serait l'unique titre et la mesure de la propriété de ce qui ne rentre pas dans le capital, comme il est, pour les collectivistes, la source et la mesure unique de la valeur. Mais dans ces limites la propriété subsisterait, voire même l'hérédité. En proportionnant la rémunération à l'effort accompli, le collectivisme prétend même ne pas exclure le ressort de l'intérêt privé. Il admet la vie de famille, l'inégalité de la rétribution et des moyens de jouissance.

Les socialistes contemporains ne s'arrêtent plus, comme le remarque expressément Schäffle, aux rêves d'un Fourier ou d'un Saint-Simon. Ils n'empruntent guère à leurs prédécesseurs que la critique sociale. Mais leurs plans d'organisation ne sont plus ceux qu'avait conçus l'imagination fantasque de leurs devanciers. La différence nous paraît assez grande pour qu'on en tienne compte dans la classification et la réfutation des théories socialistes, et nous croyons qu'à côté de la formule où l'auteur cherche à enserrer celles-ci, il y a place pour des systèmes qui ne nous semblent ni suffisamment indiqués, ni assez complètement réfutés.

L'usage fait par les socialistes de l'argument qui consiste à chercher dans le travail un titre de propriété, nous dit assez avec quelles réserves nous devons nous en servir. Ni la personnalité humaine, même avec le prolongement, plus oratoire que philosophique, qu'on lui accorde souvent dans le produit du travail, ni

le travail seul, ne suffisent, pensons-nous, à justifier l'accumulation des richesses dans les mains des privilégiés de la fortune.

L'homme qui applique son travail à un objet ne lui communique rien de sa personnalité, et nous pourrions difficilement nous résoudre à voir dans le " mien „ une sorte de prolongement du " moi „. Du travailleur à l'objet il y a simplement transmission d'un mouvement, dont le développement procède, sans doute, du commandement d'une volonté personnelle, mais qui n'emporte avec lui quoi que soit de la personnalité dont il émane.

Mais, même en le supposant valable, l'argument prouverait seulement que le travailleur a droit à la valeur ajoutée aux choses par son travail. Resterait encore alors la double question de savoir comment on peut justifier la propriété de la chose même, en particulier celle de la terre, qui n'est due à aucun travail humain, et de légitimer l'accroissement des fortunes au delà des limites fixées par les nécessités de leurs possesseurs.

L'utilité sociale peut seule, ce nous semble, jeter entre ces extrêmes le pont qui permet de passer de l'un à l'autre.

L'auteur anonyme d'un ouvrage récent sur " l'Allemagne actuelle „ reproduit, en substance, cette pensée, quand il s'exprime, au sujet des socialistes, dans les termes suivants : " Ils ont formulé des théories philosophico-politiques à l'usage d'un homme imaginaire qu'ils ont créé de toutes pièces ; or, leur homme n'ayant rien d'humain, la machine, composée d'abstractions et de syllogismes, se détraque dès qu'on la met en mouvement „. C'est ainsi qu'apparaît l'utilité sociale de la propriété. C'est au fond cet argument-là, et nul autre, qui nous a valu la réfutation que M. Schäffle a faite de son propre ouvrage sur la " Quintessence du socialisme „. Mais l'esprit se contente assez difficilement de la simple indication d'une preuve qui comporte des développements plus étendus. L'auteur, il est vrai, ne la néglige pas. Mais, ici particulièrement, on pourrait désirer moins de concision, et une analyse mieux proportionnée à la valeur d'un argument qui, pour nous, a une importance prépondérante.

La théorie de la propriété domine toute la question de la production et de la distribution. A la lumière de la démonstration qu'il vient d'établir, l'auteur aborde l'étude des éléments constitutifs de la richesse, et justifie la répartition inégale du produit entre les différents facteurs qui concourent à le former. Les relations de ces facteurs sont indiquées avec la solution des diffé-

rentes questions qu'elles soulèvent. Citons : la société, le prêt, le louage, les conditions des contrats, la loi d'offre et de demande. En jurisconsulte chrétien, l'auteur ne néglige pas les considérations d'ordre moral, auxquelles il faut avoir égard dans la détermination des rapports entre le capital et le travail.

A ces principes vrais et féconds, le socialisme ne peut opposer que des systèmes où son impuissance à édifier se manifeste, quant à la distribution des richesses, d'une manière plus frappante encore que dans l'organisation de la production. C'est ce que montre M. Halleux, par l'examen de quelques réformes réclamées par les socialistes, telles que : le produit au travailleur, le droit aux subsides, le droit au travail, la participation aux bénéfices, l'augmentation des salaires, les grèves, etc. Il termine par de justes considérations sur les conditions de la paix sociale, pour traiter, dans un chapitre intéressant, la question de l'impôt.

Aux prétentions à l'égalité des jouissances se joint, chez les socialistes, la revendication de l'égalité des droits, source d'hostilité contre l'autorité, et principe de la théorie révolutionnaire qui place dans le peuple l'origine de tout pouvoir. L'auteur détermine sur ce point les principes du droit naturel, en la faisant remonter à Dieu, dont il vient, et qui en limite l'exercice.

La dernière partie met le socialisme en regard du libéralisme, et fait voir l'impuissance des doctrines rationalistes à en réfuter les théories, et à en dompter les passions. Ces pages, qui font honneur aux convictions chrétiennes dont l'auteur s'est inspiré dans tout le cours de son travail, montrent l'Église comme étant, par sa doctrine, son action, ses institutions, le véritable boulevard de l'ordre moral, et la seule sauvegarde de la société menacée.

Avec la *Revue catholique des institutions et du droit*, on peut regretter le cadre étroit que l'auteur s'est imposé, et qui l'a empêché de donner à plusieurs points intéressants les développements qu'ils réclament. Nous espérons, nous aussi, qu'il reprendra en détail les grandes thèses dont il vient d'esquisser l'ensemble. Court et bon, son travail, écrit avec clarté et précision, ne sera pas lu sans fruit par ceux qui s'intéressent à l'étude des questions sociales.

Th. Fontaine,
professeur à l'université de Louvain.

X

PROGRAMA Y RESÚMEN DE LAS LECCIONES DE GEOMETRIA DESCRIPTIVA esplicadas en la Universitad central por el catedrático Don Eduardo Torroja. Tomo primero (con diez láminas). Madrid, año 1884. (Autogr. 8°, XXXVI-328 pages.)

Méthode, précision, clarté, rigueur : ce sont les caractères distinctifs de l'enseignement du savant et habile professeur. Ses leçons ne sortiraient point du cadre des questions ordinaires, que leur publication serait déjà un service rendu à son studieux auditoire et, par conséquent, à la science. Mais M. Torroja atteint un but plus élevé.

Aux yeux de plusieurs, la géométrie descriptive est une pure branche d'application. C'était l'idée première de Monge, qui la destina d'abord à la géométrie pratique et aux arts qui en dépendent. Ce but sert de définition, et, dès lors, selon l'occurrence, on mêlera dans les démonstrations les développements analytiques aux considérations purement géométriques. Longtemps d'ailleurs ce fut nécessité : la géométrie pure était encore trop imparfaite pour pouvoir se passer de l'analyse.

M. Torroja préfère une définition plus large. Il aime à voir la géométrie affranchie de tout tribut, plus libre dans sa marche, plus une dans ses procédés ; il veut montrer à ses élèves que " la géométrie descriptive, la " langue de l'artiste et de l'homme de „ génie „, peut se suffire à elle-même et atteindre à toute la hauteur des conceptions de l'analyse algébrique. „ Les méthodes de la géométrie moderne le conduiront à son but ; elles donneront à son enseignement l'unité et la rigueur désirables et, comme par un juste retour, il lui reviendra l'honneur d'avoir puissamment contribué à la diffusion de ces doctrines si belles et si fécondes dans leur simplicité. En un mot, M. Torroja réalise le progrès souhaité chez nous. Voici, en effet, comment s'exprime l'Exposé des motifs du récent projet de loi sur les programmes universitaires (candidature en sciences physiques et mathématiques) : " Il semble indispensable d'y introduire [dans l'étude de la géométrie descriptive] la géométrie projective, qui, par son caractère et ses méthodes, constitue la véritable géométrie descriptive théorique ; cette science doit fournir les éléments fondamentaux à employer dans la spécialité que l'on était convenu, depuis longtemps, d'appeler géométrie descriptive dans nos

établissements d'enseignement supérieur, et qui se bornait, en définitive, à l'exposition de certaines méthodes de projection employées dans les applications aux arts ou à l'industrie.

„ La géométrie descriptive n'avait donc pas le caractère scientifique qui doit lui être donné dans les hautes études.

„ De plus, la modification proposée permettra d'initier les élèves, qui ne choisiraient pas la géométrie supérieure comme matière de l'épreuve approfondie dans l'examen du doctorat en sciences physiques et mathématiques, aux théories modernes dues aux éminents géomètres de notre époque, et de les mettre à même de profiter des applications nombreuses qui ont été faites de cette science à l'analyse, à la mécanique, et, spécialement, aux arts graphiques. „

On dirait ces lignes écrites pour faire l'éloge de l'initiative prise par le savant professeur espagnol : initiative d'autant plus louable que les nouvelles méthodes n'étaient enseignées dans aucun autre cours de l'université de Madrid.

Dans les préliminaires, dès les premières définitions, nous trouvons la notion des *éléments à distance infinie;* on en déduit immédiatement la *loi de dualité*, ce puissant moyen de simplification qui fera sentir partout sa précieuse influence. Vient, enfin, la classification des formes géométriques en trois catégories.

Cette classification servira aussi de division à tout l'ouvrage. Un tableau synoptique, où brille l'esprit d'ordre et de méthode — non moins que dans le programme très détaillé qui le suit, — nous fait saisir d'un seul coup d'œil l'étude qui sera faite successivement de chacune de ces catégories. Comme point de départ, M. Torroja choisit cette définition de la forme harmonique que fournit le quatrilatère complet. Staudt *(Geometrie der Lage)* avait fait de même, et cette méthode évite l'emploi des propriétés métriques dans la démonstration de théorèmes où n'entre pas la notion de grandeur.

Le présent volume, le seul qui ait paru, s'arrête à l'étude des courbes gauches et des surfaces. Ces questions traitées, le programme du savant professeur sera rempli. Puisse-t-il ne pas tarder à terminer son ouvrage! Tous les amis de la science lui feront le plus favorable accueil.

D. L.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

VERTÉBRÉS

Circulation dans le cercle artériel de Willis (1). — Quatre gros vaisseaux, les deux carotides et les deux vertébrales, amènent au cerveau des Mammifères le sang artériel qui doit le nourrir. Ces vaisseaux s'anastomosent à la base du crâne, de manière à former une espèce de polygone vasculaire, connu sous le nom de cercle artériel de Willis.

Les conditions de la circulation du sang dans ce cercle n'avaient jamais fait, avant le travail de M. Corin, l'objet d'une étude spéciale.

Un seul auteur, M. Is. Steiner, indiquait une valeur absolue de pression prise dans le bout périphérique de la carotide.

Quant aux modifications que cette pression subit sous l'influence d'oblitérations plus ou moins étendues des artères afférentes du cercle de Willis, quant au retard que peut souffrir la propagation de l'onde pulsatile dans le canal irrégulier constitué par les carotides et le cercle artériel, M. Corin n'a trouvé à ce sujet aucun renseignement.

La question a cependant de l'importance, puisque la valeur des expériences de Schiff, de Kussmaul et Tenner sur l'anémie

(1) G. Corin. *Sur la circulation du sang dans le cercle artériel de Willis.* Bull. Acad. Roy. Belg. 1887, n° 7, p. 90.

expérimentale du cerveau, la théorie chimique de la respiration émise par Rosenthal et admise aujourd'hui par la plupart des physiologistes, ont été remises en question de différents côtés dans ces derniers temps (Mosso, Hoppe-Seyler, Herter, Marckwald).

L'absence de modifications du rythme respiratoire à la suite de la ligature d'une ou de deux carotides a été invoquée contre la théorie de Rosenthal, qui admet une corrélation étroite entre le fonctionnement des centres respiratoires et les conditions de la circulation encéphalique. On croyait *à priori* que la ligature des carotides devait amener une baisse considérable de pression dans le cercle artériel de Willis.

Les expériences de M. Corin ont eu principalement pour but de vérifier l'exactitude de cette prévision.

Comme nous l'avons dit plus haut, les branches afférentes du cercle de Willis sont les deux carotides internes et les deux vertébrales. La fermeture de l'une d'elles doit avoir *à priori* pour effet de faire baisser la pression dans le cercle de Willis; et la fermeture de trois d'entre elles, la quatrième (une des carotides, par exemple) étant reliée au manomètre, doit amener la pression au zéro, à moins qu'il n'existe des branches collatérales autres que les vertébrales et les carotides.

Ces branches collatérales supplémentaires existent très certainement chez tous les animaux de laboratoire, car jamais la pression dans le cercle de Willis n'arrive au zéro sous l'influence de la fermeture des quatre branches afférentes principales.

Mais leur développement n'est pas le même chez tous ces animaux, et cela explique pourquoi l'expérience de Kussmaul et Tenner, qui consiste à provoquer l'asphyxie chez le lapin par la fermeture des vertébrales et des carotides, ne réussit pas dans tous les cas, et pourquoi elle ne réussit qu'exceptionnellement sur le chien.

Tout au moins devrait-il se produire chez ce dernier une dyspnée plus ou moins accentuée sous l'influence de cette occlusion. C'est ce qui arrive à la vérité dans quelques cas, mais cette dyspnée est passagère, et dans la grande majorité des cas elle n'existe pas du tout.

Dans la théorie de Rosenthal (1), cette anomalie apparente

(1) On sait que, d'après ce physiologiste, le rythme respiratoire est réglé, en grande partie, par la qualité (composition des gaz) du sang qui circule dans la tête, notamment par les conditions de l'irrigation sanguine de la moelle allongée.

devrait être évidemment justifiée par un maintien de la pression à son niveau primitif. C'est ce que M. Corin a cherché à vérifier.

Si, chez un chien, on isole soigneusement les deux carotides et les deux vertébrales, si on ligature les branches externes d'une des carotides et qu'on mette le bout périphérique de l'artère ainsi préparée en rapport avec un manomètre à mesure, on obtient la pression dans le cercle de Willis. Si maintenant l'on comprime successivement ou simultanément les trois autres branches afférentes accessibles, on s'attend à voir la pression diminuer d'une certaine quantité.

Mais, chose remarquable, cette baisse de pression dans la plupart des cas n'est que momentanée; bientôt la pression se relève jusqu'à revenir à peu près à son niveau primitif.

Cette régulation est d'autant plus parfaite et d'autant plus rapide que l'animal a été soumis un plus grand nombre de fois à la même expérience, d'autant plus aussi qu'on a laissé plus de branches afférentes un peu considérables libres de compression.

Il arrive même que la pression devient plus grande après qu'avant la fermeture de l'une des branches afférentes, et, dans certains cas, M. Corin a vu cette pression *augmenter* immédiatement après la fermeture, de façon à dépasser d'emblée et de beaucoup le niveau primitif.

Nous ignorons encore à quoi peut être due cette augmentation considérable de pression. Peut-être faut-il la rattacher au léger accroissement du nombre des pulsations qu'on constate sous l'influence de la fermeture de la carotide.

Ces résultats expliquent évidemment, en admettant la théorie de Rosenthal, pourquoi l'expérience de Kussmaul et Tenner, ainsi que celle de M. Léon Frédericq sur la circulation céphalique croisée (1), réussit ordinairement chez le lapin et manque le plus souvent chez le chien.

Deux yeux sur le dos d'un poulet (2). — Les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* se souviendront que, dans la

(1) Voir *Revue des questions scientifiques*, juillet 1887, pp. 323-324.

(2) W. Richter. *Ueber zwei Augen vom Rücken eines Hühnchens, nebst Demonstration künstlich erzeugter Missbildungen : Exencephalus, Spina bifida, partielle Verdoppelung des Rückenmarkes.* SITZUNGSBERICHT. WÜRZBURG. PHYSIK.-MEDIC. GESELLS. 18 juin 1887. 8°.

W. Richter. *Ueber zwei Augen am Rücken eines Hühnchens.* FESTSCHRIFT FÜR ALBERT VON KÖLLIKER. 4°, Leipzig, 1887, pp. 9 et 1 pl.

livraison de juillet dernier (1), j'ai appelé, sous ce titre, leur attention sur un intéressant travail de M. le Dr W. Richter, d'après le résumé qu'en avait donné en supplément l'*Anatomischer Anzeiger*.

Depuis cette époque, l'auteur a publié, sur le même sujet deux autres notices, dont une peut être considérée comme son mémoire définitif. Cette dernière, accompagnée d'une planche, contient une description détaillée de l'inclusion fœtale dont il s'agit. En outre, M. Richter signale les cas, peu nombreux, où des yeux supplémentaires ont été rencontrés en des situations anormales. Ce sont :

1696 (S. Donat). Deux yeux dans le testicule droit d'un jeune homme.

1826 (?) Entre autres choses, deux yeux dans les testicules d'un petit enfant.

1851 (Sulckowsky-Danyau). Un œil dans la cavité abdominale ; il fut expulsé spontanément par le nombril.

1886 (Baumgarten). Deux yeux dans un ovaire.

Sur l'origine de la monstruosité qu'il a étudiée, le naturaliste allemand pense qu'elle résulte d'un embryon double antérieurement, dont une des moitiés aura pris une croissance exagérée et aura envahi et inclus l'autre.

L'art et la science (2). — Dans cet article, M. Y. Guyot exprime le désir de voir les artistes profiter davantage des conquêtes récentes de la science.

Il voudrait voir, dans les œuvres d'art, les chevaux courir et sauter et les oiseaux voler dans les attitudes révélées par la photographie à MM. Muybridge et Marey. Il est rare, paraît-il, que ces attitudes soient respectées. Pourtant, le cheval de Henri IV, sur le Pont-Neuf, marche d'un trot correct ; mais, sur les frises du Parthénon, il n'y a qu'un cheval qui galope bien ; tous les autres ont une allure de fantaisie.

Au point de vue de la physionomie humaine, l'art n'a pas moins besoin de la science. Darwin déclare que, dans ses études sur l'expression des émotions, il n'a retiré presque aucun secours de l'étude des peintures ou des sculptures. Il a constaté que l'idée de la composition est, en général, traduite par des accessoires habilement disposés. Ainsi, les fronts de *Laocoon* et de l'*Arrotino* sont physiologiquement impossibles. De même, dans

(1) P. 326.

(2) Y. Guyot. *L'Art et la Science*. Revue scientifique. 30 juillet 1887.

la représentation des possédés, Raphaël *(Transfiguration)* ne nous donne que de la pure fantaisie, avec signes de convulsion contradictoires. Au contraire, Rubens est très exact. Dans le *Saint Ignace guérissant les possédés*, du musée de Vienne, il y a une femme et un homme présentant tous les deux les caractères les plus remarquables de la " grande attaque ". Le cou de la femme est gonflé au point que les reliefs musculaires en sont masqués ; la bouche est ouverte avec protrusion de la langue ; les narines sont dilatées et relevées ; les globes oculaires, convulsés en haut, cachent presque complètement la pupille sous la paupière supérieure. L'homme est vu en raccourci : sa tête renversée montre la face affreusement convulsée, les yeux sont distors, les lèvres sont blêmes et écumantes.

Phylogénie des Ongulés (1). — Les conclusions de Mme M. Pavlow sont les suivantes :

1. Les *Condylarthra* constituent un groupe mixte, dont les formes présentent les caractères des Ongulés et des Onguiculés ; ils doivent être considérés comme la souche des Ongulés et des Carnivores.

2. *Phenacodus primævus* et *P. puercensis* sont probablement les ancêtres des *Equidæ*.

3. *Phenacodus Wortmani* doit être exclu du genre *Phenacodus*.

4. *Anisonchus*, *Haploconus* et *Hemithlæus* sont plutôt les ancêtres des Carnivores ; leurs dents les séparent des autres *Condylarthra*.

5. *Meniscotherium* appartient aux *Propalæotheridæ* et est peut-être synonyme de *Propaleotherium*.

6. *Hyracotherium leporinum* doit sans doute être considéré comme représentant les *Phenacodontidæ* en Europe.

7. Conséquemment, les *Condylarthra* ont aussi des formes dans l'ancien monde.

Pareiasaurus (2). — Dans ce travail, l'auteur donne un court historique sur *Pareiasaurus* et décrit un squelette des couches de Karoo (Afrique australe), appartenant au British Museum.

(1) Marie Pavlow. *Études sur l'histoire paléontologique des Ongulés en Amérique et en Europe.* 1887, Moscou.

(2) H. G. Seeley. *On* Pareiasaurus bombidens *(Owen), and the significance of its affinities to Amphibians, Reptiles, and Mammals.* Proc. Roy. Soc. London. 12 mai 1887, p. 337.

La *tête* a les faces externes grêlées comme dans les Labyrinthodontes et les Crocodiles ; de plus, des canaux muqueux sont développés entre les narines et les orbites de même que dans les Amphibiens fossiles que nous venons de nommer. Le palais a la structure de celui des Anomodontes. La dentition rappelle celle des Dinosauriens et des Crocodiliens ; mais les dents, quoique implantées dans des gouttières, sont soudées par leur base à l'os sous-jacent.

Les prémaxillaires sont petits. Le maxillaire a une série de trous supradentaires. Le malaire est exclu du bord alvéolaire de la mâchoire. En arrière des orbites, la fosse latéro-temporale est fermée, et l'os carré est recouvert comme dans les Labyrinthodontes et les Ichtyosaures.

Le condyle occipital est simple.

La colonne vertébrale comprend 29 vertèbres : 18 présacrales, 2 sacrées, 9 caudales. Il y a des hypapophyses entre presque toutes les vertèbres. Les côtes articulent par une double tête. Le canal rachidien est petit.

Il y a neuf vertèbres dorsales. Les côtes de cette région ressemblent à celles des Crocodiliens et des Labyrinthodontes. Il y a une vertèbre lombaire avec de longues apophyses transverses.

Deux vertèbres sont soudées pour former le sacrum, mais la seconde a tous les caractères d'une caudale et le bassin s'appuie seulement sur la première. Les côtes sacrées rappellent celles de la grande Salamandre du Japon.

L'ilium a une forme et une position semblables à ce qu'on trouve chez les Mammifères. Les vertèbres caudales diminuent rapidement en volume et supportaient de petites côtes.

La forme des apophyses épineuses rappelle celles de *Megalobatrachus*.

Les clavicules et l'interclavicule sont comme les os correspondants des Nothosauriens. Le reste de la ceinture scapulaire est constitué par les omoplates et les coracoïdes.

Il y avait une armure dermique composée de petites écailles osseuses. On n'a pas rencontré d'os des membres jusqu'à présent.

Pareiasaurus, Anthodon et *Tapinocephalus*, du trias de l'Afrique méridionale, ne seraient pas, contrairement à l'opinion de sir R. Owen, des Dinosauriens. Les seuls véritables animaux de ce groupe, recueillis dans la région du cap de Bonne-Espérance, seraient *Orosaurus* et *Euskelesaurus*, décrits par T. H. Huxley en 1866.

Pour M. Seeley, *Pareiasaurus* est un Reptile ayant des affinités avec les Labyrinthodontes. En outre, les Ichtyosaures seraient les Reptiles les plus primitifs. Enfin, *Pareiasaurus* se rapproche également des Mammifères.

Physiologie des Muscles (1).—Il y a deux siècles, Borelli a fait voir que l'effort dont un muscle est capable est proportionnel à la section transversale de ses fibres rouges, tandis que l'étendue de son raccourcissement est proportionnelle à leur longueur. Aujourd'hui que la notion du travail mécanique est bien définie, on peut compléter la conclusion de Borelli en disant que le travail qu'un muscle peut produire est proportionnel au volume ou au poids de sa fibre rouge, tandis que les deux facteurs de ce travail, l'effort et le chemin, sont proportionnels l'un à la section, l'autre à la longueur des faisceaux contractiles; le tendon n'est qu'un organe de transmission du travail.

En 1873, M. Marey, professeur au Collège de France, a montré que l'anatomie comparée du système musculaire des Mammifères et des Oiseaux confirme entièrement cette loi, et que partout éclate une harmonie parfaite entre la forme d'un muscle et les conditions dynamiques de son travail; de sorte que les variétés de formes qu'un même muscle présente chez les différents animaux sont toutes motivées par les exigences d'un type particulier de locomotion.

Un problème se posait dès lors. Cette harmonie est-elle préétablie dans les plans de la nature, ou bien est-elle engendrée par la fonction elle-même ? En d'autres termes, la forme du muscle se met-elle spontanément d'accord avec les nécessités de sa fonction ?

M. Marey inclinait vers cette dernière conclusion pour des raisons diverses. Tout le monde sait que les exercices athlétiques font grossir les muscles en les rendant capables d'efforts plus énergiques ; n'y aurait-il pas aussi des conditions où les muscles changent de longueur sous l'influence d'une modification survenue dans l'étendue de leur raccourcissement ?

Ces cas existent, et M. Marey a cru les reconnaître dans les variations de la longueur des tendons signalées par J. Guérin à la suite de certaines ankyloses. De plus, le Dr G. Roux conclut aussi à la régulation spontanée des muscles sous des influences physiologiques. Il cite à l appui de cette théorie les modifications

(1) Marey. *Recherches expérimentales sur la morphologie des muscles.* Comptes rendus Acad. Sc. Paris. 12 septembre 1887, p. 446.

qu'on observe sur la longueur des fibres rouges du *muscle carré pronateur* suivant l'étendue que présentent les mouvements de rotation du radius autour du cubitus. La valeur angulaire de ces mouvements variait sur les cadavres examinés de 12° à 187°; or la longueur des fibres du muscle prénommé variait suivant le même rapport.

D'autre part, dans la forme des *muscles gastrocnémiens* des races blanche et noire, M. Marey trouve un exemple d'harmonie entre la forme des muscles et les conditions de leur travail.

On dit que certains nègres n'ont pas de mollets, or l'anatomie montre que leurs muscles gastrocnémiens sont longs et minces, se prolongeant en bas aux dépens du tendon d'Achille, au lieu de former, comme chez le blanc, une masse volumineuse en haut de la jambe. Le nègre possède, toutefois, une aptitude incontestable à la marche; ses muscles gastrocnémiens, s'ils ont peu de développement transversal et, par conséquent, peu de force, doivent avoir des mouvements très étendus. Ils pourront faire, dès lors, le même travail que des muscles plus gros, mais dont les mouvements seraient plus bornés. S'il en est ainsi, les gastrocnémiens du nègre doivent agir sur un bras de levier plus long que ceux du blanc ; le calcanéum du nègre doit donc être plus long que celui du blanc. Et, en effet, M. Marey trouva que la longueur du calcanéum du nègre, mesurée du centre du mouvement articulaire à l'attache du tendon, est à celle du calcanéum du blanc, comme 7 est à 5.

Le célèbre professeur du Collège de France résolut alors de *provoquer expérimentalement, sur des animaux, des modifications dans la longueur des muscles en changeant les bras de levier auxquels ces muscles s'insèrent.*

Les vastes terrains que la ville de Paris a affectés à la station physiologique lui permettent d'élever en liberté des êtres dont la locomotion n'est point entravée. Sur des chevreaux et des lapins, M. Marey réséqua le calcanéum, de manière à réduire de moitié environ le bras de levier des muscles postérieurs de la jambe. Ces opérations étant pratiquées par la méthode antiseptique, la cicatrisation fut immédiate. Le physiologiste français possède aujourd'hui des lapins opérés depuis plus d'un an; l'un d'eux vient d'être sacrifié, et les muscles de ses membres postérieurs, disséqués, ont été comparés à ceux d'un lapin normal servant de *témoin*.

Or, on voit clairement que les changements prévus se sont

accomplis. Sur le lapin normal, les faisceaux et leur tendon ont à peu près la même longueur; sur le lapin dont le calcanéum est réséqué, la longueur des muscles n'est guère que la moitié de celle du tendon.

D'ailleurs, l'opération a été variée de diverses manières : M. Marey a cherché, par exemple, à réduire les mouvements en détachant les tendons du calcanéum sur lequel ils se réfléchissent en y contractant des adhérences, puis en luxant latéralement ces tendons. Le résultat a été le même que celui de la résection, au point de vue des changements produits dans la longueur des muscles. Il devait en être ainsi, puisque, dans les deux cas, le bras de levier de la force du muscle était diminué.

D'autres résultats se sont encore produits : atrophie partielle des os du membre, changements de forme et de volume des fléchisseurs du pied, etc.

Carcharodon (1). — J'ai déjà entretenu les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* des Carcharodons (2). Grâce au travail de M. Parker, professeur à l'université d'Otago (Nouvelle-Zélande), je suis à même de leur offrir aujourd'hui divers renseignements complémentaires sur ces animaux.

Le Dr Günther, dans son *Introduction to the study of Fishes*, publiée en 1880, constate avec regret que rien n'est connu de l'anatomie, des mœurs et du mode de reproduction de ce poisson, le plus formidable de tous les requins; et il engage, en conséquence, à ne perdre aucune occasion de recueillir à son égard tous les renseignements possibles.

Quatre spécimens de *Carcharodon Rondeletii* ayant été capturés en six ans dans le voisinage de Dunedin (Nouvelle-Zélande), M. Parker vient contribuer à combler la lacune signalée par le célèbre ichtyologiste anglais.

Les quatre spécimens pris se répartissent comme suit :

1. Mâle de $3^{m},00$ de long. Capturé à Moeraki (N.-Z.) en 1881. Son squelette est actuellement dans le musée de l'université d'Otago.

2. Femelle de $3^{m},80$ de long. Capturé à Otago Harbour (N.-Z.) en 1885. Son squelette est actuellement au British Museum.

3. Femelle de $5^{m},70$ de long. Ce spécimen empaillé est actuellement dans le musée de l'université d'Otago.

(1) T. J. Parker. *Notes on* Carcharodon Rondeletii. Proc. Zool. Soc. London. 1887, p. 27.

(2) Livraisons de janvier et d'avril 1887.

4. Femelle de $5^m,00$ de long.

Enfin, M. Parker a obtenu de M. Ramsay, directeur du Musée australien, à Sydney, un fœtus de $0^m,55$ de long, et il a appris de M. A. Thomas qu'un individu de $9^m,00$ de long avait été capturé à Auckland.

Malgré sa rareté dans les musées, il semble donc que *Carcharodon Rondeletii* est pourtant assez commun dans les mers australes.

I. *Caractères extérieurs.* La peau est d'un gris sombre sur le dos. Le ventre est blanc, avec des reflets rosés. La face inférieure du museau est de couleur foncée.

Le museau est beaucoup moins pointu que dans *Lamna*. L'œil est aussi plus petit que dans ce requin.

Comme chez *Lamna*, la queue, en avant de la nageoire caudale, est fort déprimée, de sorte que ces Sélaciens jouissent à la fois d'une rame caudale comprimée de haut en bas, puis bilatéralement, ce qui leur permet de s'élever rapidement de grandes profondeurs jusqu'à la surface.

II. *Les dents.* Chaque dent centrale est symétrique. Les autres ont leur axe longitudinal dirigé en dehors. Dans les deux mâchoires, les faces externes des dents sont plus plates que les faces internes.

III. *Le squelette.* Le crâne ressemble assez bien à celui de *Lamna*, mais avec des différences cependant.

Les mâchoires de *Carcharodon* sont principalement remarquables par leur grand volume et surtout par leur hauteur.

L'appareil branchial rappelle celui de *Lamna* et de *Scyllium*.

IV. *Appareil digestif.* L'estomac consiste en une large portion cardiaque et une étroite pylorique. La valve spirale de l'intestin fait 48 tours, et est un peu plus étroite que le rayon du tube qui la contient, laissant ainsi un étroit passage central comme dans *Alopecias* et quelques raies.

Le foie se compose de deux lobes immenses remplissant toute la région ventrale de l'abdomen. Il y a une vésicule biliaire.

La rate et le pancréas n'offrent rien de particulier.

V. *Cœur.* Il a 0^m15 de long pour un animal de $5^m,70$.

VI. *Cerveau.* Le cerveau de *Carcharodon*, à l'état *fœtal*, ressemble à celui de *Lamna* adulte.

Le squelette des nageoires paires de Ceratodus (1). — Les conclusions du travail de M. Howes sont les suivantes :

(1) G. B. Howes. *On the Skeleton and Affinities of the Paired Fins of*

1. Les caractères du squelette des nageoires paires de *Ceratodus* sont variables, sauf ceux des rayons latéraux antérieurs (paramères préaxiaux) de la nageoire pectorale et ceux du rayon central basilaire (mésomère basilaire) des nageoires paires.

2. Il y a toujours un métaptérygium aux membres antérieurs, mais à l'état rudimentaire et ordinairement confluent avec le second mésomère.

3. Un métaptérygium atavistique existe parfois aux membres postérieurs.

4. Le mésomère basilaire de *Ceratodus* provient peut-être du métaptérygium.

5. La structure des nageoires paires des Chimérides est identique et se fait remarquer par l'absence de mésoptérygium.

6. Les types des nageoires des Plagiostomes et des Dipneustes se sont développés, indépendamment, du type Chiméride.

Aile de l'Autruche (1).—Les phalanges distales existent aussi au troisième doigt. L'Autruche adulte offre donc, parmi les Oiseaux, l'aile qui s'écarte le moins de la main pentadactyle.

Dentition de lait du Koala (2). — Les Marsupiaux n'ont, au plus, dans chaque moitié de mâchoire, qu'une seule dent précédée par une dent de lait; c'est la 4me prémolaire. Ils n'ont donc, en tout, que quatre dents de lait, au lieu que nous, par exemple, nous en avons 20.

On ne connaissait pas encore les dents de lait du Koala *(Phascolarctos)*; M. Thomas vient de les découvrir.

Le Wombat *(Phascolomys)* n'a pas de dents de lait. Cela tient à ce qu'il a des molaires à croissance persistante, qui peuvent grandir en même temps que l'animal. C'est ce que démontrent clairement aussi certains Rongeurs, dans les Mammifères placentaires. En effet, chez le Cochon d'Inde *(Cavia)*, qui possède des molaires à croissance persistante, les dents de lait disparaissent avant la naissance, n'ayant servi à rien; au contraire, l'Agouti *(Dasyprocta)*, dont les molaires sont radiculées, a des dents de lait longtemps persistantes.

Ceratodus, *with observations upon those of the* Elasmobranchii. Proc. Roy. Soc. London. 1887, p. 3.

(1) R. S. Wray. *Note on a Vestigial Structure in the adult Ostrich representing the Distal Phalanges of Digit III.* Proc. Zool. Soc. London. 1887, p. 283.

(2) O. Thomas. *On the milk-dentition of the Koala.* Proc. Zool. Soc. London. 1887, p. 338.

Morphologie de l'aile des Oiseaux (1). — Les conclusions de M. Wray sont les suivantes :

L'étude des ailes des Oiseaux actuels amène à la conviction que le pouvoir de voler a été graduellement acquis et, ainsi, jette quelque lumière sur la manière dont ces organes se sont développés aux dépens de la main des Reptiles.

La patte primitive dont dérive l'aile était sans doute palmée et appartenait vraisemblablement, dès lors, à un animal aquatique.

L'aile du Pingouin se rapproche probablement beaucoup du type primordial.

L'aile des Oiseaux coureurs *(Ratitæ)* est intermédiaire entre la main du Reptile et l'aile du Voilier *(Carinatæ)*.

Poissons fossiles (2). — Le premier fascicule des Poissons fossiles, dans le *Handbuch der Palæontologie* du professeur K. A. Zittel, vient de paraître. Il contient les généralités, puis les Cyclostomes, les Sélaciens, les Dipneustes, les Ganoïdes et, enfin, le commencement des Téléostéens (Lophobranches).

Il comprend 256 pages 8° et 266 gravures.

Berycidæ fossiles (3). — Il y en a 11 genres : *Acrogaster* (3 espèces), *Berycopsis* (1 espèce), *Beryx* (9 espèces), *Holocentrum* (2 espèces), *Homonotus* (2 espèces), *Hoplopteryx* (7 espèces), *Myripristis* (2 espèces), *Pristigenys* (1 espèce), *Pseudoberyx* (4 espèces). *Sphenocephalus* (2 espèces), *Stenostoma* (1 espèce).

Origine du placenta (4). — Selon M. J. Ryder, le placenta a d'abord été *diffus*, puis *zonaire*, puis *discoïde*.

Accouplement des Lézards (5). — On sait que les Lézards ont un pénis double. Selon M. Mortensen, une moitié seule est utilisée à la fois dans l'accouplement.

(1) R. S. Wray. *On some points in the morphology of the wings of Birds.* Proc. Zool. Soc. London. 1887, p. 343.

(2) K. A. Zittel. *Handbuch der Palæontologie.* I, III, 1. Munich, 1887.

(3) A. S. Woodward. *New species of Holocentrum from Malta.* Geological Magazine. Août 1887, p. 355.

(4) S. Ryder. *A theory of the origin of placental types, and on certain vestigiary structures in the placentæ of the Mouse, Rat and Field-Mouse.* American Naturalist. Août 1887, p. 780.

(5) Mortensen. *Die Begattung der* Lacerta vivipara *und* Lacerta agilis. Zoologischer Anzeiger. 29 août 1887.

Cyclobatis (1). — On croyait que c'était une raie électrique (Torpille), à cause de son disque arrondi et de l'absence supposée de boucles. M. Woodward démontre qu'il n'appartient pas aux *Torpedinidæ,* mais aux *Trygonidæ*, car :

1. Les nageoires pectorales se continuent sans interruption jusqu'au bout du museau, en avant duquel elles se réunissaient sans doute.

2. L'arc pelvien est placé très en avant et, malgré cela, les rayons des nageoires ventrales dépassent en arrière l'extrémité des pectorales.

3. Il n'y a pas de traces de nageoires médianes.

4. *Il y a des boucles dans la peau.*

Il résulte de ce qui précède qu'on ne connaît pas actuellement de Torpilles avant le tertiaire.

Semionotus (2). — Il existe aujourd'hui treize espèces décrites de ce Poisson fossile. Ce sont : *S. Bergeri* (Keuper), *S. Kapffi* (id.), *S. Brodiei* (id.), *S. latus* (Lias), *S. striatus* (id.), *S. Nilssoni* (id.), *S. leptocephalus* (id.), *S. curtulus* (id.), *S. Pentlandi* (id.), *S. pustulifer* (id.), *S. minutus* (id.), *S. Joassi* (Lower Oolite), *S. Manselii* (Kimmeridge Clay).

L. Dollo.

INVERTÉBRÉS

L'amputation spontanée dans le règne animal (3). — Nous avons analysé à cette même place, il y a quelques années (4), un article de M. Frédericq sur l'amputation réflexe des pattes chez le crabe.

(1) A. S. Woodward. *On the affinities of the so-called torpedo* (Cyclobatis, *Egerton) from the cretaceous of Mount Lebanon.* Proc. Brit. Assoc. Adv. Sc. 1887.

(2) A. S. Woodward. *On a new species of* Semionotus *from the Lower Oolite of Brora, Sutherlandshire.* Annals and Magazine of Natural History Septembre 1877, p. 175.

(3) *Revue scientifique,* 7 mai 1887.

(4) *Revue des questions scientifiques,* juillet 1883, p. 319.

Depuis quelques années les exemples d'autotomie mis en évidence ont été tellement nombreux qu'il n'est pas sans intérêt d'en étudier l'ensemble ; nous userons pour cela des articles de M. Frédericq et de M. Giard (1).

1° Tout le monde sait que la queue de l'orvet et de beaucoup de lézards se détache brusquement quand on la saisit, ce qui permet à ces animaux de se sauver.

2° Les Appendiculaires — ceux des Tuniciers qui se rapprochent le plus des Vertébrés — lâchent des nématocystes.

3° Les Mollusques eux-mêmes, malgré la paresse de leurs mouvements et la faible consistance de leurs tissus, présentent des exemples très nets d'autotomie. Citons, parmi les Bivalves, le couteau, Solen marginatus ; quand on saisit brusquement sa coquille, une contraction musculaire violente survient qui détache complètement une partie du pied.

Un Gastéropode nudibranche, Æolis, se sépare brusquement de ses papilles dorsales ; un autre Gastéropode opisthobranche, Doris cruenta, perd très facilement des portions de son manteau ; Harpa ventricosa, parmi les Gastéropodes prosobranches, plusieurs espèces d'Helix, parmi les G. pulmonés, s'amputent spontanément l'extrémité postérieure du pied.

4° Les exemples de séparation réflexe sont très fréquents chez les Articulés. Pterophorus, petit papillon aux ailes profondément incisées en lanières, d'autres Lépidoptères encore, tels que les Nymphales, les Vanesses, plusieurs Sphinx, des Noctuelles, plusieurs Pyralides abandonnent leurs pattes avec une grande facilité.

Les Tipules perdent leurs pattes longues et fragiles ; la même rupture s'observe sur plusieurs Muscides.

Les Hémiptères aussi se débarrassent aisément de leurs pattes ; parmi les Orthoptères, plusieurs espèces d'Acridiens s'amputent la troisième paire de membres.

Chez les Faucheurs, chez plusieurs Araignées, les quatre paires de pattes se détachent facilement.

L'amputation spontanée est connue depuis longtemps chez les Crustacés décapodes ; les uns, Écrevisse, Homard, Crevette, Bernard-l'Ermite, etc., abandonnent surtout la première paire de membres, tandis que les crabes les perdent toutes.

5° L'autotomie est très fréquente chez les Vers ; un Géphyrien, Phoronis, perd son lophophore ; Polynoé et Cirrhatulus

(1) *Revue scientifique*, 14 mai 1887.

abandonnent leurs élytres et leurs cirrhes; chez les Chétopodes le phénomène est tellement général qu'on a de la peine, pour beaucoup d'espèces, de se procurer un individu entier; il en est de même chez les Némertiens.

Tous les naturalistes qui ont essayé de se procurer des Balanoglossus savent qu'il est impossible d'en obtenir un individu qui soit complet ; fait d'autant plus regrettable que cet animal, isolé dans les classifications, présente le plus haut intérêt. En effet, par sa structure, il établit une transition évidente entre les Vers et les Tuniciers ; d'autre part, ses formes larvaires sont intermédiaires entre celles des Annélides et celle des Échinodermes ; aujourd'hui on en fait une classe annexée aux Vers, celle des Entéropneustes.

6° M. de Quatrefages a observé autrefois que les Synaptes, sorte d'Holothuries, quand on les conserve en captivité, présentent bientôt des étranglements annulaires, puis se scindent en autant de portions indépendantes.

Une autre Holothurie expulse ses viscères par le cloaque, à la moindre excitation.

M. Giard signale aussi l'amputation des ambulacres chez les Oursins.

Mais ce sont surtout les étoiles de mer qui sont sujettes à l'autotomie. Un mémoire de M. Preyer (1), sur lequel nous aurons à revenir, en fournit de nombreux exemples. *Asterias tenuispina* perd ses bras avec la plus grande facilité ; ordinairement il y en a même plusieurs qui se détachent à la fois ; chaque rayon isolé continue à vivre, et pousse de nouveaux bras jusqu'à ce qu'il constitue un animal complet ; de son côté l'individu-mère remplace rapidement ses bras perdus, aussi l'autotomie devient-elle ici une véritable reproduction par division ; les mêmes phénomènes se passent, plus ou moins rapidement, après des excitations plus ou moins intenses, sur *Asterias glacialis, Luidia ciliaris*, *Astropecten aurantiacus*, *Ophidiaster ophidianus*, etc.

Les Ophiures sont encore plus sujettes à l'amputation que les étoiles de mer, aussi l'une des espèces a-t-elle reçu le nom de *fragilis;* la sensibilité y est tellement grande qu'il suffit, du moins chez des individus chloroformés, qu'un bras saisisse son voisin pour que celui-ci se brise ; chaque bras amputé peut se casser lui-même en plusieurs fragments.

Il est certainement impossible de trouver un animal qui s'am-

(1) *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, 1886 et 1887.

pute plus que Comatula, représentant actuel des Crinoïdes; si l'on excite par l'électricité le disque central d'une Comatule, elle perdra successivement tous ses bras; le même stimulant, appliqué à un bras déjà détaché, y provoque une nouvelle rupture; plongée dans de l'eau de mer chauffée vers 40°, une Comatule se roule en boule et se brise en un grand nombre de morceaux; en même temps les bras perdent leurs pinnules.

7° Parmi les Cœlentérés, Tubularia s'ampute sa couronne de tentacules; beaucoup de formes lancent des organes urticants; des Cténophores émettent des cellules adhésives.

8° Les Dicyémiens et les Orthonectides, — dont les tissus dérivent de deux feuillets embryonnaires seulement, ce qui les a fait réunir par M. Éd. Van Beneden en un embranchement nouveau, celui des Mésozoaires, — abandonnent des cellules exodermiques.

A ces amputations d'organes si variés, s'effectuant chez les animaux les plus différents, on ne peut évidemment pas attribuer la même signification. Aussi M. Giard propose-t-il de les répartir en deux groupes : dans l'un, l'autotomie est *défensive;* dans l'autre elle est *reproductrice.* Dans cette dernière catégorie doivent se placer les faits observés par Lütken et Preyer sur les Échinodermes, ainsi que le très curieux phénomène suivant, présenté par un petit nombre de Céphalopodes. On sait que, dans certaines espèces de pieuvres, un des bras se détache du mâle après s'être rempli de spermatophores, se meut pendant quelque temps, puis aboutit dans la cavité du manteau de la femelle; cette formation a un aspect si singulier que les premiers observateurs s'y sont mépris grossièrement et l'ont considérée comme un ver intestinal; Cuvier, partageant l'erreur générale, l'a appelée *Hectocotylus octopodis.*

M. Giard n'hésite pas à regarder la séparation des anneaux mûrs chez les vers cestodes adultes comme un terme extrême de cette catégorie.

D'un autre côté, l'autotomie défensive n'a pas toujours le même caractère; tantôt, en effet, l'animal s'ampute quelque organe pour échapper à des ennemis (Crustacés, Insectes, Mollusques, Balanoglossus, etc.,) et dans ce cas l'autotomie pourrait s'appeler *évasive;* elle doit s'appeler *économique,* si elle a pour but de réduire le volume d'un animal placé dans des conditions défavorables au point de vue de la nutrition ou de la respiration; tels sont les actes de la Synapte, des Tubulaires, des Phoronis, des Némertiens, etc.

D'ailleurs un acte d'autotomie peut être à la fois évasif ou économique par sa cause, et aboutir ensuite à une reproduction.

A un autre point de vue, on peut encore dire que l'autotomie est *générale* ou *localisée*, selon qu'elle s'opère indifféremment en des points quelconques du corps ou constamment à une place précise.

Parfois l'expulsion intéresse tout un organe ou un ensemble d'organes ; ailleurs, elle ne s'exerce que sur des cellules isolées.

A. Buisseret.

SCIENCES INDUSTRIELLES

Épuration des eaux d'alimentation des chaudières à vapeur. — D'après un rapport de M. Bartz, de Brunswick, à la dernière assemblée de l'Association des fabricants de sucre de l'empire allemand, les procédés employés actuellement avec le plus de succès en Allemagne pour l'épuration chimique des eaux alimentaires des chaudières à vapeur sont les suivants :

1° Emploi de chlorure barytique : — On empêche ainsi la formation d'incrustations de sulfate calcique; mais le réactif coûte assez cher et son usage, s'il n'est pas judicieusement réglé, peut donner lieu à la formation de chlorure de magnésium, lequel, sous l'action de l'eau à chaud, fournit de l'acide chlorhydrique libre.

2° Emploi de chaux, de soude ou de soude caustique : — Il y a précipitation de carbonate calcique.

3° Emploi d'hydroxyde et de carbonate de magnésium : — Sous l'action de l'hydroxyde magnésique, les bicarbonates sont transformés en carbonates insolubles ; sous l'action du carbonate magnésique, le sulfate de calcium donne du sulfate de magnésium et du carbonate de calcium (1).

Les progrès récents de l'industrie sucrière en Belgique. — L'industrie du sucre a fait dans ces dernières années en Belgique des progrès considérables.

(1) *Die deutsche Zuckerindustrie.*

La richesse saccharine de la betterave a été augmentée par la sélection de la graine, le rapprochement des plants et le choix judicieux des engrais convenables. Tandis qu'en 1872 les betteraves ne renfermaient en moyenne que 9 à 10 p. c. de sucre cristallisable, cette teneur s'élève aujourd'hui dans notre pays à 11 p. c. environ. Dans certaines contrées, comme aux environs de Dinant, elle a même été en 1886 de 13,95 en moyenne. Cette amélioration dans la richesse des betteraves a été provoquée principalement par l'adoption du mode d'achat basé sur la teneur en sucre.

Le rendement industriel en sucre extrait s'est accru sensiblement par suite de l'adoption générale du procédé d'extraction par diffusion, ainsi que de la suppression de la filtration des sirops sur le noir animal, remplacée par le perfectionnement du travail de la carbonatation et par la filtration rationnelle à travers des tissus spéciaux.

De notables économies (30 p. c. au moins) ont été réalisées sur les frais de fabrication par l'emploi des transporteurs hydrauliques, réduisant considérablement la main-d'œuvre du transport des racines. La pratique de la diffusion supprime la main-d'œuvre des presses, ainsi que les sacs et les claies. Enfin l'abandon de l'usage du noir animal permet d'économiser les frais assez élevés d'achat et de revivification de cette substance, et d'utiliser pour l'alimentation des générateurs les eaux de condensation employées précédemment au travail du noir.

Les *desiderata* actuels seraient, en ce qui concerne la fabrication :

L'emploi d'appareils de diffusion continue, au lieu de vases séparés, disposés en cercle ou en ligne, exigeant des manœuvres multiples et des soins constants;

L'emploi d'appareils de carbonatation continus, analogues aux colonnes distillatoires, et dans lesquels on introduirait de l'acide carbonique riche, obtenu, par exemple, par la substitution de la vapeur d'eau à l'air dans des fours à chaux ;

L'utilisation du calorique des eaux de condensation des jus et sirops ;

La réduction de la main-d'œuvre aux turbines, dans le transport et la distribution des masses cuites, et dans le mélange des sucres sur les greniers;

Et surtout la production directe en fabrique de sucre livrable à la consommation, par l'usage d'un réactif (ou d'un agent physique, tel que le courant électrique) permettant de précipiter dans

les jus les sels de potasse et de soude sans attaquer le sucre, ou de former un sucrate solide et unique facilement séparable, ou enfin de raffiner le sucre d'une façon quelconque.

Nous avons dit que le prix des betteraves s'estime maintenant d'après la teneur en sucre cristallisable pour cent du poids de la racine. Il est donc devenu extrêmement important de pouvoir connaître exactement cette teneur. Aussi ne s'étonne-t-on pas de voir figurer la question suivante parmi celles posées à l'occasion du Grand Concours International de Bruxelles 1888 : " Quel est le procédé le plus exact et le plus pratique pour déterminer le sucre dans la betterave ? „

Les principales méthodes employées ou proposées pour l'analyse du sucre dans les betteraves sont les suivantes :

1° Procédé ordinaire : détermination polarimétrique du saccharose contenu dans le jus de la betterave, extrait par pression de la racine réduite en pulpe et épuré à l'aide du sous-acétate de plomb ; multiplication du chiffre obtenu par un coefficient, de façon à rapporter la teneur en sucre du jus analysé au poids de la betterave elle-même : 100 kilos de racines contenant en moyenne 95 kilos de jus, le coefficient généralement adopté est 0,95.

Cette méthode comporte plusieurs causes d'erreur :

a) Le jus, même après traitement par l'acétate basique de plomb, renferme diverses substances (acide malique, acide arabique, acide aspartique, asparagine, albumine végétale, etc.) qui, sans être du saccharose, agissent néanmoins sur le plan de polarisation de la lumière ;

b) Le coefficient 0,95, représentant le rapport entre le poids du jus et celui de la racine (jus et pulpe), n'est pas toujours exact ;

c) Le jus analysé, obtenu par pression modérée, a une richesse en sucre plus grande que le jus normal exprimé de la râpure sous une forte pression.

Cette méthode est donc inexacte ; elle donne des résultats trop élevés.

2° Analyse séparée du jus et du résidu restant sous la presse. Ce procédé est long et laisse subsister la cause d'erreur tenant à la présence de non-sucre polarisant.

3° Digestion de la râpure avec de l'eau chaude contenant du sous-acétate de plomb, et essai polarimétrique du liquide (méthodes de Sachs, Pellet, etc.) : même cause d'erreur.

4° Macération de la pulpe très fine avec de l'alcool froid et polarisation du liquide (méthode de Stammer).

Inconvénients : l'alcool à froid ne précipite pas le non-sucre polarisant.

5° Digestion de la râpure avec de l'alcool à chaud et essai polarimétrique (méthode Rapp-Degener).

Les principales causes d'erreur sont écartées ; seulement il y a une légère correction à faire, relative au volume occupé par le marc.

6° Épuisement de la râpure ou extraction du sucre au moyen de l'alcool à chaud, et polarisation de l'extrait (méthode Scheibler).

Cette dernière méthode est la plus exacte, et elle se recommande particulièrement aux laboratoires scientifiques.

La méthode par digestion alcoolique (Rapp-Degener), par sa rapidité et sa simplicité, convient surtout aux laboratoires des fabriques de sucre.

Les directeurs des laboratoires de l'État belge sont convenus, paraît-il, d'employer exclusivement, pendant la campagne 1887-1888, les procédés dits *alcooliques* pour l'analyse de la betterave à sucre (1).

Codification de la nouvelle législation belge des droits sur les sucres. — La législation belge des droits sur les sucres a été remaniée et réunie en un code au commencement de cette année. La nouvelle loi, promulguée le 16 avril dernier, n'apporte qu'un changement notable au régime actuel : c'est l'emploi obligatoire de mesureurs-compteurs. Cet appareil, dont le modèle a été arrêté par le gouvernement, rendra très difficile, sinon impossible, toute soustraction de jus à la prise de charge, et plus efficace que ne l'était jusqu'ici le contrôle des densités constatées par les employés de permanence dans les usines. On compte ainsi assurer d'une façon exacte la constatation complète des bases de la perception de l'impôt.

La législation codifiée comprend les chapitres suivants : I. Sucre étranger ; II. Fabrication indigène (sucre de betterave glucoses de fécule de pommes de terre et de grains, sirop d'inuline, sirops non destinés à la production du sucre) ; III. Minimum de recette ; IV. Entrepôts ; V. Compte de crédit pour le paiement de l'accise ; VI. Exportation, avec décharge de l'accise, des sucres raffinés et des sucres bruts de betterave indigènes ;

(1) *La Sucrerie belge.*

VII. Circulation et dépôt dans le territoire réservé à la douane ; VIII. Pénalités ; IX. Dispositions générales (1).

Épuration des eaux résiduaires des sucreries. — L'épuration des eaux résiduaires des sucreries peut s'effectuer de deux façons bien distinctes.

1° Par l'utilisation des propriétés absorbantes du sol. – Cette méthode donne des résultats irréprochables et même rémunérateurs; mais elle exige un terrain d'assez grande surface et de composition convenable.

2° Par l'emploi d'agents chimiques. — Ce procédé permet une épuration rapide et complète, et la précipitation de la plus grande partie des micro-organismes. Par contre il nécessite l'usage de grandes quantités de chaux ; il communique aux eaux épurées une réaction alcaline, et il occasionne l'augmentation de leur teneur en matières dissoutes.

Les eaux épurées des sucreries ne paraissent pas être nuisibles à la pisciculture (2).

Emploi du peroxyde d'hydrogène dans la brasserie. — Le peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée (solution à 3 p. c. environ) peut être employé, dans la brasserie, à désinfecter l'eau qui contient des matières organiques. On peut aussi l'ajouter au moût dans le but d'y détruire les ferments de moisi et les ferments d'acides, ou même, en l'employant à plus forte dose, pour y détruire le ferment alcoolique. Il arrête la fermentation alcoolique avec plus d'énergie encore que ne le fait l'acide salicylique ; et, se décomposant en eau ordinaire et oxygène qui se perd peu à peu, il ne laisse pas de traces de son emploi. En revanche, par le fait même de sa décomposition rapide, son action sur le ferment n'est qu'éphémère; et cette circonstance réduit de beaucoup sa valeur comme substance apte à arrêter la fermentation alcoolique.

Le permanganate de potasse a une action analogue à celle du peroxyde d'hydrogène (3).

Emploi du sel de cuisine dans la brasserie. — L'addition d'une petite quantité de sel de cuisine à l'eau de brassage produit un effet favorable sur la qualité de la bière. Elle aide à la

(1) *La Sucrerie belge.*
(2) *Die deutsche Zuckerindustrie.*
(3) *Revue universelle de la brasserie.*

dissolution des matières extractives utiles du malt, et diminue au contraire la solubilité des matières colorantes du malt et des matières extractives du son : on obtient ainsi une bière plus claire et ayant plus de corps, par suite d'une teneur plus grande en extrait. Cette addition communique en même temps aux produits, et notamment aux jeunes bières, un goût plus relevé et plus piquant, en masquant leur pauvreté éventuelle en acide carbonique.

Il faut toutefois éviter l'emploi d'une trop forte proportion de sel, qui altérerait le goût de la bière et qui en rendrait la clarification plus difficile, à cause de l'augmentation de son poids spécifique (1).

Épuration des flegmes au moyen des sels de cuivre. — Les flegmes provenant de la fermentation et de la distillation des graines de céréales, des pommes de terre, des betteraves, des mélasses, des marcs de raisin et de cidre, renferment à côté de l'acool ordinaire ou alcool éthylique, et intimement mélangés avec lui, divers autres alcools dits *supérieurs* par les chimistes, et d'autres produits homologues appelés encore *huiles de fusel*. Ces impuretés varient avec la nature et la qualité des matières premières mises en œuvre. Les flegmes de pommes de terre renferment principalement de l'alcool amylique et de l'alcool isoamylique, ainsi que de l'alcool butylique ; les flegmes de grains, avoine, seigle et orge, contiennent, outre les alcools amylique et butylique, du furfurol (aldéhyde pyromucique) ; ceux provenant du maïs, des betteraves, du marc ou du vin renferment surtout de l'alcool butylique, isobutylique, propylique, isopropylique et amylique. On trouve aussi dans le flegme de maïs diverses combinaisons sulfureuses, provenant de la décomposition des matières albumineuses de cette graine ; dans les flegmes de betteraves, des amines et surtout des triméthylamines en proportion considérable, produites par la réaction de l'ammoniaque durant la fermentation ; enfin, dans les flegmes de marc de raisin, se rencontrent principalement divers éthers (œnanthique, caprilique, caproïque, propylique, amylique) et des huiles d'un genre tout spécial, notamment une huile essentielle appelée *huile de raisin*. Il faut encore noter, comme impuretés des flegmes de diverses provenances, la pyridine et ses homologues, ainsi que divers acides, aldéhydes et éthers.

(1) *Gambrinus.*

L'alcool renfermant des proportions considérables de ces impuretés (1 p. c. ou plus) est impropre à l'alimentation et même à plusieurs industries, telles que la parfumerie, la fabrication de l'éther, du chloroforme, etc. C'est un grave abus — et l'opinion publique s'en est dans ces derniers temps émue à juste titre — que l'emploi de ces alcools à la fabrication de vins artificiels et de liqueurs, avec addition de bouquets non moins toxiques composés d'huile de vin ou huile essentielle de vin, essences d'absinthe, aldéhyde salicylique, aldéhyde benzoïque, benzonitrile, etc.

Le procédé le plus usité pour l'épuration des flegmes consiste principalement à ajouter aux flegmes une égale quantité d'eau et à les filtrer à travers du charbon. Les impuretés, dont la solubilité se trouve diminuée par cette addition d'eau, sont retenues en partie par le filtre. La distillation fractionnée et la séparation des alcools *de tête* et *de queue* achèvent la rectification.

On a proposé aussi divers moyens chimiques pour l'oxydation des huiles essentielles et autres impuretés de l'alcool. Les peroxydes et sels de plomb et d'argent ont sur ces matières un pouvoir oxydant plus ou moins grand : le métal est alors précipité à l'état libre. Divers sels de cuivre ont des propriétés analogues : il se forme un précipité d'oxyde cuivreux.

Parmi les sels cuivriques susceptibles de donner de bons résultats, il faut citer en première ligne la solution de Fehling (solution alcaline de tartrate cupro-potassique) ; puis l'acétate de cuivre, dilué dans une solution de bitartrate de potasse neutralisée par la soude caustique ; ou bien le pyrotartrate de cuivre, dilué dans une solution de soude. Ces deux derniers sels cuivriques, de même que leurs solutions alcalines, sont solubles dans l'alcool et peuvent ainsi être mis en contact intime avec les impuretés que renferme cet alcool.

Si, par exemple, l'on fait passer des vapeurs alcooliques par une solution alcaline de pyrotartrate de cuivre préalablement chauffée à l'ébullition, cette solution se sature d'abord d'alcool, puis laisse passer totalement l'alcool pur, en même temps qu'elle oxyde et retient les impuretés. Les alcools homologues sont transformés par une partie de l'oxygène uni au cuivre en acide valérianique, acide butyrique, acide propionique et acides gras divers ; en même temps a lieu la précipitation d'une quantité équivalente de protoxyde de cuivre, et une partie de l'acide pyrotartrique devient libre. Une autre partie de l'acide pyrotartrique est déplacée de sa combinaison cuivrique par les acides

gras, qui forment avec l'oxyde cuivrique des sels insolubles. L'acide pyrotartrique ainsi mis en liberté se combine immédiatement avec l'alcali existant dans la solution. D'autres impuretés des alcools, telles que les acides volatils, des glycérides, etc., sont également absorbées par l'hydroxyde cuivrique. La solution, de bleu foncé qu'elle était d'abord, prend une coloration verdâtre de plus en plus pâle ; tout le cuivre se précipite graduellement à l'état de sous-oxyde et tout l'acide pyrotartrique se combine à la soude. Finalement la solution est épuisée ; les vapeurs alcooliques en sortent alors aussi impures qu'elles y étaient entrées.

On obtient des réactions analogues avec l'acétate cuivrique en solution alcaline.

Dans la pratique, on interpose entre la colonne distillatoire et le réfrigérant un cylindre laveur renfermant l'une ou l'autre des solutions ci-devant indiquées. Le cylindre est muni d'un chapiteau rempli de matières quelconques destinées à retenir les particules de solution entraînées avec l'alcool épuré. Il convient que les solutions épuratrices possèdent leur plus haut degré d'efficacité au commencement et à la fin de la distillation : c'est en effet dans les produits de tête et de queue que se trouvent la plus grande partie des alcools homologues, aldéhydes, etc. (1).

Pâtes de bois chimiques. — On distingue, quant au mode de préparation chimique, trois sortes de pâtes : la pâte au sulfite (ou pâte acide), la pâte au sulfate et la pâte à la soude.

La pâte au sulfite s'obtient par l'action de l'acide sulfureux sur le bois. Elle donne un papier vitreux, transparent, dense, dur, sonore, plus ou moins cassant lorsqu'on le plie, sujet à se ternir à la longue et à devenir friable : cela tient principalement à ce que la matière incrustante de la fibre ligneuse n'est pas éliminée par l'acide sulfureux. La pâte au sulfite se blanchit très bien, mais elle donne au blanchiment un déchet relativement considérable ; on l'emploie souvent, sans la blanchir, à la fabrication des papiers communs à journaux, en la mélangeant avec de la paille, du sparte, des rognures, etc. Elle ne peut pas, paraît-il, être séchée à l'air avant sa transformation en papier, sans subir durant ce séchage une altération sensible.

La pâte de bois à la soude se fabrique en soumettant le bois à l'action d'une lessive de soude caustique sous pression. Le papier fait avec de la pâte à la soude est généralement opaque,

(1) *Zeitschrift für Spiritus und Presshefe Industrie.*

léger, souple, se pliant sans se casser ; il manque un peu de raideur.

La pâte au sulfate est préparée par l'action d'une lessive renfermant une forte proportion de sulfate sodique. Ce procédé peut s'appliquer aussi bien au sparte qu'à la paille, et donne un produit de qualité supérieure, se blanchissant très bien. Le papier qu'on en retire ressemble à celui qui est fabriqué avec la pâte à la soude ; mais il est plus ferme que celui-ci. La fabrication de la pâte au sulfate est appelée à acquérir une grande importance dans l'industrie de la papeterie (1).

Nouveau procédé de blanchiment des fibres végétales et animales. — Au lieu d'eau oxygénée, laquelle est fort instable, on peut, d'après MM. Jacobsen frères, de Berlin, employer pour le blanchiment des fibres végétales et animales des bains obtenus en ajoutant du bioxyde de baryum aux solutions de certains sels, tels que les silicates alcalins, le chlorure d'ammonium, les borates alcalins ou les sels des acides gras. On obtient généralement de bons résultats en ajoutant à 100 parties d'eau 1 partie de silicate de soude et 1 partie de bioxyde de baryum, et tenant la fibre immergée dans ce liquide pendant un jour ou deux. Pour le blanchiment des fibres végétales, on peut employer des solutions plus concentrées ; mais non pour celui des fibres animales, qui seraient attaquées par la forte proportion d'alcali mise en liberté. L'emploi du peroxyde de baryum dans une solution alcaline est ordinairement le plus avantageux, l'eau oxygénée possédant un plus grand pouvoir décolorant en solution alcaline qu'en solution neutre ou acide.

Pour le blanchiment des huiles, on emploie de préférence un liquide neutre tenant, par exemple, en dissolution un sel de magnésie (2).

Fabrication de l'acide pyroligneux et de l'acide acétique pur. — On retire des bois réduits en copeaux, par la distillation sèche, des quantités d'acide acétique fort variables suivant l'essence à laquelle appartient le bois. Ainsi :

Le tilleul donne en moyenne		10,20 p. c.	d'acide ;
Le bouleau	—	9,40	—
Le frêne	—	8,20	—

(1) *Paper Makers' monthly Journal.*
(2) *Le Teinturier pratique.*

Le chêne	—	8,10	—
Le pin	—	5,90	—
Le sapin	—	5,15	—
L'écorce de bouleau	—	2,30	—

L'acide acétique obtenu par le procédé ordinaire de neutralisation est impur : la chaux forme avec les résines et phénols des composés solubles qui souillent l'acétate de chaux.

Pour fabriquer de l'acide pur, on neutralise par de la craie, au lieu de chaux, le produit de la distillation : les résines, phénols, etc., qui ne réagissent pas sur la craie, restent insolubles: Mais ce procédé est d'application difficile. Le liquide mousse avec violence lorsqu'on y ajoute la craie et, par suite de la formation de bicarbonate de chaux, la neutralisation reste incomplète; une partie de la résine est retenue en solution grâce à la présence d'acide libre.

Un procédé plus avantageux consiste à recevoir directement dans un lait de chaux chauffé le produit qui distille : les phénols s'échappent avec la vapeur et, en l'absence d'acides libres dans la solution, les résines ne sont pas dissoutes. Par évaporation de la solution et lavage du résidu d'évaporation avec une solution saturée d'acétate de chaux, on obtient de l'acétate pur. En traitant ensuite l'acétate par de l'acide sulfurique étendu, séparant le liquide d'avec le précipité de sulfate calcique et distillant, on a de l'acide acétique faible. Pour préparer de l'acide acétique fort, on distille à plusieurs reprises l'acide acétique faible avec de l'acide sulfurique concentré (1).

Tannage des peaux au moyen de produits extraits de la houille. — Lorsqu'on fait digérer de la houille finement pulvérisée avec une lessive bouillante de soude caustique, et qu'on neutralise ensuite la liqueur avec de l'acide chlorhydrique ou nitrique, il se sépare un produit composé de carbone, hydrogène et oxygène, qui semble appartenir à la classe des corps humiques et que M. Reins appelle *pyrofuscine*. On retire ainsi de 2 à 3 kilogrammes de houille, à l'aide de 100 grammes de soude caustique et d'une quantité correspondante d'acide, 25 à 30 grammes de pyrofuscine (pesée à l'état humide, après lavage).

Cette substance n'a encore été qu'imparfaitement étudiée au point de vue chimique. Elle se distingue des corps humiques par

(1) *Moniteur des produits chimiques.*

sa grande résistance aux agents chimiques, même les plus actifs, ainsi qu'à la lumière. Elle offre les caractères d'un acide faible. Ses combinaisons alcalines sont solubles dans l'eau; celles avec les bases alcalino-terreuses se dissolvent beaucoup moins facilement.

Les solutions alcalines de pyrofuscine constituent des antiseptiques énergiques. On peut les utiliser pour le tannage des peaux, en les neutralisant au préalable par l'acide carbonique, par exemple après une longue exposition à l'air.

Les peaux tannées à la pyrofuscine paraissent résister mieux aux influences atmosphériques et à toutes les causes de détérioration et de destruction que les peaux préparées au tan et à l'alun. Elles possèdent et conservent indéfiniment une imperméabilité et une souplesse remarquables. En les examinant au microscope, on reconnaît que la fibre est plus compacte et l'épiderme plus resserré que dans les cuirs tannés par les procédés ordinaires. Cette nouvelle méthode est en même temps fort économique comme matières premières et comme main-d'œuvre : l'économie est de 50 p. c. sur le tannage au tan et de 20 à 30 p. c. sur le tannage à l'alun.

On peut tanner à la pyrofuscine seule, ou terminer à la pyrofuscine un tannage au tan ou à l'alun.

Ainsi les peaux de mouton tannées par les procédés ordinaires sont immergées pendant 24 heures dans une solution renfermant 2 à 3 p. c. de pyrofuscine. On les frictionne ensuite avec une lime plate pour les débarrasser de l'excès de liqueur, on les fait sécher à l'air et on les met au gras. On parvient de la sorte à améliorer considérablement la qualité de ces cuirs.

Pour le tannage à la pyrofuscine seule, les peaux épilées et chaulées comme d'habitude, puis passées au bain de son aigri, lavées à l'eau et exprimées doucement, sont immergées pendant 2 ou 3 jours dans une solution renfermant 2,2 à 2,5 p. c. de pyrofuscine humide, puis pendant 3 à 5 jours dans une solution à 4 p. c. additionnée de 1 p. c. de carbonate sodique et d'hydrate calcique. On gratte ensuite les peaux au moyen d'une spatule, et on les passe dans un bain contenant, pour 100 parties d'eau, 3,3 parties de sel marin, 5 parties de chlorure magnésique et 4 parties en volume d'acide chlorhydrique. La pyrofuscine, déplacée de sa combinaison alcalino-calcaire par l'acide chlorhydrique, se dépose dans les pores de la peau; et, de leur côté, les chlorures de sodium, calcium et magnésium agissent sur

celle-ci comme astringents. Les peaux sont enfin lavées à l'eau, frictionnées, graissées, séchées, et étendues ou étirées pour acquérir de la souplesse (1).

J. B. André.

MINES

Les phosphates de la Somme. — Dans une précédente livraison, nous avons signalé les gisements de phosphate de chaux du centre de la France, où cette substance si précieuse pour l'agriculture se trouve sous forme de nodules ou de fossiles. Les découvertes faites l'an dernier dans le département de la Somme par M. Merle, géologue distingué, ont eu un certain retentissement, bien justifié d'ailleurs. Ce phosphate présente l'aspect du poivre moulu très fin, et renferme de 75 à 80 p. c. de phosphate réel. On sait que la craie brune de Ciply, débarrassée de la folle farine, ne renferme que 30 à 35 p. c. de phosphate tribasique (2).

Ces gisements ne sont pas seulement remarquables comme teneur, mais aussi comme quantité. Ils se rencontrent en plusieurs points aux environs de Doullens, et sont déjà activement exploités à l'heure qu'il est. L'extraction s'opère du reste sans difficulté, puisque la substance phosphatée se trouve à une très faible profondeur, tellement qu'en certains endroits il suffit d'enlever le gazon pour mettre le phosphate à jour.

On aura une idée de la valeur de ces gisements par le fait que certains champs à phosphate se sont vendus sur la base de 600 000 francs l'hectare.

L'origine géologique de ces dépôts est assez difficile à établir d'une manière précise. Ils sont situés à la partie supérieure du terrain crétacé, et recouverts d'argile formant la base du terrain éocène. Ils sont tout à fait irréguliers comme allure et constituent des amas ou poches. La craie sur laquelle ils reposent est elle-même phosphatée, et l'on peut vraisemblablement attri-

(1) *Moniteur scientifique.*
(2) Malaise, *Minéralogie pratique*, p. 322.

buer leur provenance. " à une dissolution de la craie par les eaux pluviales chargées d'acide carbonique puis lixiviées et amenées dans les dépressions de la craie „ (1).

La lampe Pecler. — Un ingénieur du corps des mines allemand, M. Pecler, a repris dans ces dernières années la question de l'emploi des lampes à alcool pour servir d'indicateurs du grisou. La lampe qu'il a imaginée rend déjà des services importants en Allemagne et commence à s'implanter en France, dans le Nord et le Pas-de-Calais. Sans être d'une grande précision, elle permet de déterminer d'une manière suffisamment exacte dans la pratique la proportion plus ou moins grande de grisou que renferme l'air ambiant. Elle n'est constituée que par une simple lampe de Davy munie d'un écran qui permet de mieux apprécier l'allongement de la flamme dans les milieux grisouteux. Comme indicateur du grisou, la lampe de M. Pecler présente de notables avantages sur les autres lampes : Davy, Boty, Wolf, Museler. Elle permet de reconnaître à 1/4 p. c. près la teneur en grisou d'un mélange, alors même qu'il s'y trouve une certaine proportion d'acide carbonique qui peut aller jusqu'à 1 3/4 p. c.

On pourrait peut-être lui reprocher de présenter moins de sécurité que la lampe Museler dans les mélanges explosifs. Mais, comme le fait remarquer judicieusement l'auteur de cette notice, " elle ne dispense pas l'observateur de se munir d'une lampe de sûreté ordinaire avec laquelle il pourra toujours faire les recherches pour les fortes proportions de gaz (2). „

Captage et utilisation du grisou. — On aurait résolu un problème d'une grande importance et posé depuis longtemps, si l'on parvenait à capter d'une manière pratique le gaz qui se produit à front des chantiers grisouteux. Les tailles présentant presque toujours une certaine inclinaison, le grisou, par suite de sa densité plus faible que celle de l'air, tend à se porter vers la partie supérieure, où l'on constate en effet d'ordinaire la plus forte teneur en gaz. C'est du reste généralement à la coupure supérieure des tailles que le courant d'air est le moins actif, et c'est en ce point qu'il faudrait capter le grisou, à l'aide d'une canalisation spéciale qui l'isolerait du courant. On améliorerait ainsi l'assainissement des chantiers et des galeries de retour d'air, qui ser-

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale.*
(2) *Ibid.*

vent souvent à la circulation d'une partie du personnel. — Le gaz, recueilli par la canalisation et conduit à la surface, pourrait y être utilisé, soit pour le chauffage des générateurs, soit pour toute autre application industrielle.

M. Hilt, l'ingénieur bien connu qui dirige les charbonnages de la Wurm, a essayé dans ces derniers temps de réaliser pratiquement cette idée à la mine Kœnig. Il est arrivé à des résultats satisfaisants qui méritent d'être signalés.

L'installation comprend en principe une canalisation allant à front de tous les chantiers et aboutissant à une conduite principale reliée à la surface à une puissante machine aspirante. Le mélange aspiré renferme de 6 à 8 p. c. de grisou ; cette proportion correspond à 60 p. c. du grisou dégagé. Le courant d'air, qui renfermait précédemment, après avoir passé sur ces chantiers, une proportion de 6 à 8 p. c., n'en renferme plus que 1/4 p. c.

Le mélange aspiré est lancé sur le foyer de deux générateurs. L'extrémité de la conduite où brûle le gaz présente une série de toiles métalliques qui isolent la flamme du mélange explosif.

M. Hilt compte arriver à une teneur en grisou de 8 à 10 p. c., ce qui correspond précisément au mélange nécessaire pour les moteurs à gaz. Cet ingénieur estime que les mines qu'il dirige pourraient suffire à approvisionner d'une manière économique tous les moteurs à gaz de la ville d'Aix-la-Chapelle (1).

Plans inclinés à simple voie pour tailles montantes. — Les couches de houille se présentent, dans le bassin belge, avec des conditions de gisement qui font souvent préférer la méthode d'exploitation par tailles montantes. Cependant ce système présente assez de danger par le fonctionnement des plans inclinés automoteurs ordinairement employés, et les frais d'établissement et d'entretien des galeries sont élevés à cause de la grande ouverture nécessaire aux voies montantes. La dépense d'établissement est surtout grande dans les couches de faible puissance, où souvent une grande partie des terres provenant de l'ouverture de ces voies doit être transportée au puits et remontée au jour.

M. l'ingénieur Demanet a imaginé et appliqué au charbonnage d'Havré un système qui doit faire disparaître ces inconvé-

(1) Société de l'industrie minérale. *Comptes rendus mensuels.*

nients, et qui nous paraît destiné à prendre de l'extension là surtout où les conditions de l'inclinaison ne permettent pas l'emploi des plans inclinés à contrepoids.

Les plans inclinés desservant les tailles montantes sont à simple voie. Les chariots vides sont remorqués mécaniquement au moyen d'un petit moteur à air comprimé occupant un emplacement très restreint au bas du plan; le câble s'infléchit au sommet du plan sur une simple poulie à gorge. La vitesse des chariots pleins à la descente est modérée par l'action d'un frein fixé sur le moteur.

Les avantages de ce système ressortent avec évidence.

On pourrait à première vue lui faire deux objections :

1° On n'utilise pas le travail déterminé par la descente des chariots pleins. — L'auteur démontre dans sa notice qu'en réalité il y aura d'une manière générale économie de travail mécanique, par suite de la moindre quantité de terres à remonter à la surface.

2° La dépense d'installation. — Cette dépense est bientôt amortie par les économies de main-d'œuvre et de matériaux que l'auteur a eues en vue (1).

Le déboisage des tailles. — L'emploi du fer pour le soutènement des galeries de mines est appliqué depuis longtemps, mais jusqu'ici on ne l'avait pas étendu avec succès au soutènement des tailles, dont les frais de boisage sont souvent très élevés, surtout dans les mauvais terrains. D'ordinaire, les bois qui maintiennent les parois de la couche ne servent guère plus de deux ou trois jours; après quoi, ils sont ensevelis dans les remblais et complètement perdus. On peut parfois réussir à en enlever une partie, mais cette opération est toujours dangereuse, et elle n'est guère pratiquée. On comprend aisément l'économie que procurerait un système de soutènement qui permettrait d'enlever sans danger les bois de soutènement qui se consomment dans les tailles.

M. André Dumont décrit, dans les *Mémoires des Ingénieurs de Louvain*, un procédé dû à M. Baily et qui paraît résoudre la question d'une manière pratique. Il consiste en principe à remplacer les rallouzues et bêles en bois par des poutrelles en fer dont les dimensions et le profil peuvent varier suivant les circonstances.

(1) *Revue universelle des mines.*

Après divers essais, les poutrelles I employées à plat ont été jugées les plus avantageuses dans la pratique. Dans tous les cas il importe que ces pièces soient d'un poids tel qu'elles puissent être maniées aisément par deux ouvriers.

On trouvera dans la notice de M. André Dumont l'exposé détaillé du travail selon les divers cas qui peuvent se présenter quant à la qualité du terrain et à la méthode d'exploitation suivie. Le système Baily a été essayé d'abord et est actuellement appliqué en grand aux mines de Marles, où il a déterminé une diminution importante des frais de boisage. Des essais se font actuellement en Belgique, et il paraît certain que ces expériences confirmeront les avantages que le procédé présente *à priori* (1).

V. Lambiotte.

GÉOGRAPHIE

Zi-ka-wei (2). — A environ cinq milles anglais de Shang-hai se trouve un des principaux établissements chrétiens de la Chine, Zi-ka-wei. Ce village renferme depuis le XVIIe siècle une des plus importantes chrétientés du pays, et les jésuites, à leur rentrée en Chine, l'ont choisi pour y fonder un établissement. L'observatoire de Zi-ka-wei est généralement connu, et les recherches météorologiques de son directeur, le P. Dechevrens, sont appréciées de tout le monde savant; on sait moins que cet observatoire n'est qu'une annexe d'un vaste établissement d'instruction où l'on enseigne non seulement les lettres chinoises et européennes, mais encore les sciences et les arts dans le sens le plus étendu, et même les simples métiers. — Le collège est un bel et grand édifice entouré de magnifiques jardins. Il compte pour le moment environ cent élèves, tous fils de chrétiens chinois; ils sont divisés en trois classes et reçoivent l'instruction de douze maîtres chinois, quatre pour chaque classe. L'enseignement y est

(1) *Mémoires de l'Union des ingénieurs de Louvain.*
(2) D'après la *Deutsche Kolonialzeitung.*

entièrement conforme au programme des autres écoles de l'empire, c'est à-dire qu'il comprend exclusivement l'explication des " livres classiques „ de la Chine. Le cours dure sept ans, au bout desquels l'élève doit pouvoir se présenter à l'examen de *Soutsai :* c'est le grade que nos anciens missionnaires ont assimilé à celui de bachelier. L'instruction, le logement et la nourriture ne coûtent qu'une trentaine de livres sterling (750 fr.) par an et par élève. Ceux qui ont achevé leurs sept ans de chinois et ont la vocation ecclésiastique sont admis au Petit-Séminaire, où ils consacrent quatre années à l'étude du latin et des principales branches enseignées dans nos collèges. Leurs humanités achevées, ils entrent au Grand-Séminaire, où ils restent également quatre années. La première est consacrée aux études philosophiques, les trois dernières à la théologie. Ensuite ils peuvent se présenter à l'ordination, après s'être exercés, pendant deux ans, à la pratique du ministère sacré, sous la direction d'un missionnaire européen.

L'orphelinat est la partie la plus intéressante de l'établissement. Il est spécialement destiné à des orphelins païens qui y sont élevés dans la religion chrétienne. Qu'on se figure deux longues suites de maisons bien aérées, dans chacune desquelles est enseigné un métier utile. Presque toutes les branches de l'industrie s'y trouvent représentées : on y rencontre des charpentiers, des menuisiers, des sculpteurs en bois, des fabricants d'objets en laque, des dessinateurs, des tisserands, des cordonniers, des tailleurs, des imprimeurs, des relieurs, des peintres, etc. Jusqu'à l'âge de douze ans, l'orphelin doit fréquenter l'école primaire; il peut ensuite choisir le métier qu'il préfère. Après ses années d'apprentissage, il devient compagnon et reçoit un salaire mensuel; il peut aussi, s'il le désire, quitter l'établissement et aller travailler pour son propre compte; mais, dans ce cas, il doit s'engager par écrit à revenir à l'Institut trois ou quatre fois par an pour les exercices religieux. Shang-hai compte aujourd'hui des centaines d'ouvriers sortis de Zi-ka-wei; plusieurs sont devenus des maîtres; tous sont recherchés.

L'orphelinat est dirigé par un père jésuite et quatre frères, dont deux européens et deux chinois; les deux premiers surveillent les établissements de sculpture en bois, de dessin, de menuiserie et d'imprimerie; les deux autres ceux des peintres, des tailleurs et des cordonniers. Environ cent élèves sont confiés à leurs soins. La division des menuisiers est la plus nombreuse; c'est là que se fabrique la plus grande partie du mobilier des

églises catholiques, autels, chaires, confessionnaux, etc., et la plupart des églises du nord de la Chine ont été meublées par Zi-ka-wei, qui travaille même pour la Mongolie et la Corée. Ces menuisiers valent ceux de l'Europe, et les articles qu'ils fabriquent sont, pour le moins, aussi beaux et aussi solides que les nôtres ; ils travaillent assez vite et à un bon marché inouï. Leurs christs, leurs statuettes de la Vierge, leurs *ecce homo* encadrés peuvent rivaliser avec ce qui se fait de mieux en Occident. On l'a dit souvent, les Chinois ont peu d'imagination ; leurs meilleurs sculpteurs seraient incapables d'exécuter le moindre objet sans avoir un modèle devant eux ; mais ils imitent si bien qu'il est presque impossible de distinguer la copie de l'original. La division de dessin architectural occupe une demi-douzaine de dessinateurs chinois ; leur besogne consiste à copier les modèles d'un frère européen ; presque tous les plans des églises, écoles et autres bâtiments érigés par les missionnaires sont confectionnés dans l'Institut. On y dessine également des cartes spéciales de toutes les provinces de la Chine à l'usage des missionnaires ; ces cartes ont chacune environ six pieds carrés. Ce sont certainement les meilleures qui existent. Les orphelins peu propres aux travaux de l'esprit sont occupés à la filature. Dans les ateliers des tailleurs et des cordonniers, sont confectionnés tous les objets d'habillement et de chaussure pour l'usage de la maison et des missionnaires européens. L'atelier des peintres est divisé en deux sections : aquarelle et peinture à l'huile. Ceux qui réussissent dans la première sont admis dans la seconde au bout de quelques années. Les tableaux sont généralement religieux ; et plusieurs sont d'une exécution remarquable qui ferait honneur aux meilleurs artistes européens. Ils sont destinés aux églises de la Chine. La section de l'imprimerie est de loin la plus importante ; elle a déjà fourni une énorme quantité d'ouvrages, dont plusieurs sont ornés de lithographies et de gravures sur bois. On y imprime en douze ou quinze langues différentes. C'est là qu'a été édité l'ouvrage si étendu du P. Zottoli, ainsi que le célèbre *Cursus linguæ Sinicæ*. On y publie aussi un journal chinois semi-hebdomadaire *Yi-wen-lu*, fort répandu à Shanghai. Les petits traités religieux à l'usage de la mission y sont également édités ; ils sont généralement imprimés selon l'ancienne méthode chinoise, c'est-à-dire au moyen de planches gravées sur bois.

L'Institut renferme encore une bibliothèque, un musée et un observatoire ; il nous reste à en dire quelques mots. La biblio-

thèque renferme plus de 20 000 volumes, dont un grand nombre de manuscrits et d'imprimés chinois des plus rares et des plus précieux. Le musée se distingue par ses collections zoologiques et minéralogiques, où l'on a réuni tout ce que l'histoire naturelle présente de plus remarquable en Chine et dans les pays environnants ; il est confié aux soins du P. Heude, dont le nom est bien connu de tous les naturalistes. L'observatoire a pour directeur le P. Marc Dechevrens. Son érection date de 1873 et, depuis lors, on y a fait régulièrement des observations météorologiques qui ont été soigneusement enregistrées, il a été agrandi considérablement il y a quelques années. Un bâtiment spécial est exclusivement destiné au magnétisme terrestre, un autre aux variations barométriques et thermométriques enregistrées par la photographie. L'observatoire possède un actinomètre destiné à mesurer la force des rayons solaires, des hygromètres, des ozonomètres, un anémométrographe de l'invention du P. Dechevrens, indiquant la force et la direction du vent, une magnifique lunette méridienne et une foule d'autres instruments.

Les grands lacs du Canada. — Jusqu'à présent on a ordinairement reproduit, pour les grands lacs du nord-est de l'Amérique septentrionale, les chiffres de l'*American Cyclopedia*, qui datent d'assez loin. M. L. Y. Schermerhorn vient de donner dans l'*American Journal of science*, sur les caractères physiques de ces mers intérieures, un nouveau travail au courant des dernières recherches de la science. Comme ses résultats diffèrent assez des idées reçues, nous les reproduisons ici d'après le *Bulletin de la Société géographique d'Edimbourg :*

	SURFACE DE L'EAU en milles carrés.	SURFACE DES TERRES DRAINÉES en milles carrés.
Lac Supérieur	31 200	51 600
Rivière Sainte-Marie	150	800
Lac Michigan	22 450	37 700
Lac Huron	23 800	31 700
Rivière Saint-Clair	25	3 800
Lac Saint-Clair	410	3 400
Rivière Détroit	25	1 200
Lac Erié	9 960	22 700
Rivière Niagara	15	300
Lac Ontario	7 200	21 600

La ligne des plus grandes profondeurs se trouve partout dans

l'axe moyen des lacs, et, bien qu'elle ne divise pas exactement leurs surfaces, elle partage leur bassin en deux moitiés sensiblement égales. Ainsi l'endroit le plus profond, tout en étant très loin au nord ou à l'est du point central de chacun des lacs, n'est jamais éloigné du milieu du bassin drainé par les eaux ; le lac Érié seul fait exception à cette règle. La ligne des côtes des lacs et des rivières qui les relient forme une longueur d'environ 5400 milles, soit 8690 kilomètres.

La dernière exploration de ces lacs, faite par ordre du gouvernement des États-Unis, a déterminé l'altitude de leurs niveaux moyens au-dessus de celui de la mer, ainsi que leurs profondeurs moyennes et maxima :

	ALTITUDE en pieds.	PROFONDEUR MOYENNE.	PROFONDEUR MAXIMA.
Lac Supérieur	601,8	env. 475 pieds	1008 pieds
Lac Huron	581,3	„ 250 „	702 „
Lac Michigan	581,3	„ 325 „	870 „
Lac Érié	572,9	„ 70 „	210 „
Lac Ontario	246,6	„ 300 „	738 „

On voit par ce tableau que, sauf pour l'Érié, le fond de ces lacs est au-dessous du niveau de la mer. — La différence de niveau entre les lacs Érié et Ontario (326 pieds, un peu moins de 100 mètres) est rachetée comme suit :

Le Niagara supérieur.	6 pieds
Les rapides au-dessus de la chute . .	50 „
La chute	160 „
Les rapides jusqu'au pont suspendu .	10 „
Le Niagara inférieur	100 „

L'analyse des eaux profondes du lac Supérieur n'a donné aucune trace de sel. Le fond des lacs est recouvert d'un limon doux au toucher, dont la couleur tourne du rouge ou jaune au bleu, cette dernière couleur prédominant dans les grandes profondeurs. La température du lac Supérieur reste à peu près constante à une profondeur de 200 pieds (61 mètres) et au-dessous : elle est de 39° F (3°,9 C). Aux mois de juin et d'août le lac Huron, par 64° F (17°,8 C) à l'air, comptait à la surface 52° F (11°,1 C) ; tandis qu'à 324 p. le thermomètre tombait à 42° F (5°, 5 C).

Les lacs ont une grande influence sur le climat des environs. Si l'on compare les lieux situés sur leurs bords à ceux de même

latitude, mais à 50 ou 100 milles plus à l'intérieur, on trouvera que dans les premiers la température est plus élevée de 2° F (1°,1 C) pendant l'automne et l'hiver, tandis qu'elle y est plus basse de 5° F (2°,8 C) au printemps et en été. La température moyenne annuelle est également plus basse de 5° F sur les bords des lacs qu'à l'intérieur des terres.

Gisements aurifères dans la Guyane hollandaise. — Le *West Indier* de Surinam du 19 juin et les autres journaux de la colonie arrivés à La Haye parlent tous des importants gisements aurifères découverts récemment dans le *Boven Sarakreek*. Ces gisements seraient des plus abondants : mis en exploitation vers la mi-mai avec un personnel de 120 ouvriers, ils avaient déjà donné, au bout d'un mois de travail, 38 kilogrammes d'or. Le métal recueilli est très pur, et l'on a trouvé des pépites de plus de 1 kilogramme ; il y en a même une qui dépasse 3 kilos. L'on croit généralement à Surinam que ces gisements attireront un grand nombre d'immigrants dans la colonie.

Le Dr Émile Holub. — Le Dr Holub est de retour en Europe, après une exploration des plus accidentées dans l'Afrique méridionale. Il avait quitté Vienne il y a trois ans, et avait formé le projet de pénétrer par le Cap jusqu'au lac Bangwéolo. Il venait de passer le Zambèse, quand son camp a été attaqué et pillé par les Maschukalumbiwi, qui tuèrent son serviteur, Oswald Zölner. Sa femme et lui parvinrent à s'échapper avec une partie de ses collections. C'est ainsi qu'il a pu rapporter plus de 2000 spécimens d'oiseaux, 27000 d'insectes et 6500 de plantes, outre plusieurs centaines d'observations météorologiques et anthropométriques. (*Nature*, 6 septembre 1887.)

Limites de la Tunisie et de la Tripolitaine. — Une convention intervenue entre la France et la Turquie a donné pour limite occidentale à la régence de Tripoli le cap Tadjer, (vers 11°22′ long. E Gr.), qui sépare sur une étendue de 5 à 6 kilomètres la mer Méditerranée du Sebkha-el-Kelab ou Bahirt-el-Bibân. Cette grande baie se trouve actuellement tout entière sous le protectorat français. Jusqu'ici la limite de la Tunisie finissait au Ras-el-Zarsis, à environ 32 kilomètres au nord-ouest de la nouvelle frontière.

Les fleuves souterrains en Afrique. — Tout récemment,

M. de Lesseps a fait une communication à l'Académie des sciences de Paris sur les travaux qui se poursuivent sur la côte du golfe de Gabès, à proximité de l'Oued-Méla. M. le commandant Landas, ayant constaté l'existence de nappes d'eau souterraines dans cette région, a eu l'idée de les mettre à profit pour fertiliser la contrée, et y amener ainsi une population de travailleurs pour établir la mer intérieure de la région des Chotts.

Il y a quelques mois, on a rencontré une source débitant 9000 litres d'eau à la minute. Le 19 décembre, à 6 heures du soir, un phénomène des plus inattendus a prouvé que la richesse aquifère de cette partie du littoral est plus considérable encore qu'on ne l'avait espéré. Un bruit épouvantable se fit entendre tout à coup et un jet d'eau puissant s'éleva à une hauteur de quatre mètres au-dessus du sol, accumulant sur les terrains avoisinants du sable et des blocs de gypse. Les constructions voisines furent pour la plupart renversées. Ce phénomène ne dura alors que trois minutes, mais il s'est renouvelé depuis, et il en résulte un lac de forme elliptique mesurant 10 mètres de profondeur, 15 de largeur et 20 de longueur. Les sondages ont continué, et ont amené la découverte d'une autre source débitant 10 000 litres à la minute.

Le quinquina à la Réunion. — La culture du quinquina, tentée à la Réunion depuis quelques années, a donné des résultats satisfaisants, bien qu'elle n'ait pas pris des développements considérables. Les plantations sont faites à une altitude de 1200 mètres, en des endroits où ne croissent que des broussailles.

On y trace, autant que possible à l'abri des vents violents si communs dans ces parages, des avenues parallèles, larges de $1^m,50$ à 2^m, et séparées par des masses de broussailles d'environ trois mètres de largeur, qui protègent contre le vent les jeunes plants de cinchona. Le terrain doit être soigneusement préparé, l'on espace les plants d'environ $4^m,60$, et ils croissent très facilement si on les garantit contre l'envahissement des racines voisines. Au bout de sept ou huit ans, ils ont atteint un diamètre de 8 à 9 centimètres; c'est le moment de la récolte. Au mois d'octobre, lorsque la sève monte, on les coupe à environ cinq centimètres du sol, et l'on ôte l'écorce qu'on fait sécher au soleil. De la souche laissée en terre, s'élèvent plusieurs jets qui poussent rapidement ; de sorte qu'au bout de sept ou huit ans on peut faire une nouvelle récolte. (*Proceedings*, sept. 1887.)

L. D.

HYGIÈNE

—

Quelle est la cause de l'empoisonnement par les moules? — D'après le Dr Dutertre, de Boulogne-sur-Mer, il faudrait renoncer à invoquer les anciennes causes, admises tour à tour jusqu'ici pour interpréter les phénomènes toxiques consécutifs à l'ingestion des moules. On sait que l'on rangeait dans ces causes : la vase, la crasse de mer, l'iode, le cuivre, certains produits putréfiés, le frai...., que le mollusque renfermait en lui-même ou logeait entre ses valves. Aujourd'hui, une maladie de la moule elle-même serait cause de l'empoisonnement, et cette maladie siégerait dans le foie. Ce serait cet organe qui contiendrait à lui seul les produits toxiques. L'un de ces produits, la mytilotoxine a été isolé. C'est celui qui engendrerait la forme paralytique de l'empoisonnement. Les autres ne sont pas déterminés, notamment ceux qui provoquent l'urticaire, la salivation, la gastro-entérite.

Cependant, aujourd'hui comme auparavant, on doit admettre que des moules non toxiques provoquent constamment chez certaines personnes des troubles digestifs.

Tel est le résumé du travail du Dr Dutertre (1). Nous n'avons pu nous procurer l'œuvre de notre confrère et nous ignorons sur quels arguments il étaie son opinion. Il en résulte toutefois comme conséquence naturelle, qu'il suffirait d'enlever le foie du mollusque pour épargner, à ceux qui en font leurs délices, la plupart des accidents dont ils ont à pâtir. Nous nous rappelons avoir lu un autre moyen d'aboutir au même résultat. Il consisterait à faire cuire les moules dans une eau qui contiendrait de 3 à 20 grammes de bicarbonate de soude par litre. Ce sel aurait-il une influence neutralisante sur les principes toxiques renfermés dans le foie? Nous l'ignorons. Mais l'opinion du Dr Dutertre nous ramène au rôle physiologique important attribué au foie depuis ces vingt-cinq dernières années (2). Nous voulons parler de l'action destructive que ce viscère exerce sur les poisons introduits ou développés dans l'organisme. Soupçonnée dès 1873 par Héger, confirmée par Schiff en 1877, cette influence

(1) Voir *Revue d'hygiène et de police sanitaire,* août 1887, et *Clinique,* 29 septembre 1887.

(2) *Union médicale.*

vient d'être péremptoirement établie à nouveau par M. G. Roger, préparateur au laboratoire du professeur Bouchard, de Paris. Nous croyons intéressant de donner ici quelques développements relatifs à cette question.

Si l'on injecte dans les veines afférentes du foie une dose de nicotine, capable de tuer un animal quand elle est introduite dans des vaisseaux indépendants de ce viscère, elle ne produira pas son effet toxique, à moins qu'elle ne soit trop concentrée. La strychnine, la quinine, la vératrine, l'atropine, l'hyoscyamine, la morphine sont dans ce cas. D'après M. Roger, le foie arrêterait au passage et neutraliserait environ la moitié de ces poisons. D'ailleurs nous avons tous pu remarquer qu'une même dose de morphine agit plus rapidement et plus énergiquement si on l'introduit par l'injection hypodermique que si elle traverse les voies digestives. Or dans le premier cas, indépendamment de la rapidité de son absorption, elle ne parcourt pas les veines afférentes (veine porte) du foie, tandis que dans le second elle y circule forcément. M. Roger a constaté que le curare, ce poison si redoutable quand on l'applique sur une plaie, doit être donné à dose trois fois plus forte pour tuer un animal quand on l'introduit dans les voies digestives.

Mais le foie ne neutralise pas seulement les alcaloïdes végétaux que nous venons de citer. Il agit de même sur les déchets de la nutrition cellulaire devenus dangereux pour l'organisme, et il les transforme en produits moins actifs destinés à être éliminés par les diverses voies de sécrétion. Il détruit encore les poisons qui résultent des fermentations intestinales, les ptomaïnes et autres produits secondaires. Enfin il modifie les substances albuminoïdes elles-mêmes préparées pour l'absorption, mais qui n'en seraient pas moins nuisibles, comme telles, à l'organisme.

Ainsi les déchets nutritifs, la leucine, la tyrosine... sont amenés par le foie à l'état d'urée, forme sous laquelle ils sont éliminés, spécialement par l'urine. Les ptomaïnes et le phénol provenant de la décomposition des résidus alimentaires non digérés deviennent moins toxiques en traversant le foie. Enfin c'est encore dans le foie que les peptones, ou plutôt les substances albuminoïdes dans lesquelles elles se transforment en se déshydratant dans la paroi intestinale elle-même, subissent une importante modification. Car, alors qu'un grain de peptone, si on en fait l'injection dans les vaisseaux sous-cutanés de façon à éviter la traversée du foie, suffit pour tuer un animal du poids d'un

kilogramme, il faut 4 grammes de la même substance pour amener le même résultat, si on les injecte dans la veine porte.

Il est toutefois certaines substances que le foie ne modifie point. Parmi les poisons minéraux signalons la potasse qui s'élimine par les reins. Si cette voie d'élimination se trouve obstruée par une affection des glandes urinaires, on conçoit les dangers qui résultent pour l'organisme de la rétention de ce poison non transformé. Il faudra donc n'administrer qu'avec prudence les sels de potasse dans les affections rénales.

Le foie n'a pas d'action non plus sur certaines substances ternaires telles que l'alcool, la glycérine, l'acétone ; et c'est à cette circonstance sans doute qu'il faut attribuer une partie des dangers provenant de l'abus des substances alcooliques.

En raison de l'importance du rôle dévolu au foie on conçoit qu'une désorganisation grave de cet organe compromette sérieusement l'existence. L'organisme se trouve sans défense vis-à-vis d'une foule de substances toxiques et, dans la lutte qu'il engage, il doit nécessairement succomber.

Pour en revenir à notre point de départ, nous ne sommes donc pas étonné qu'on ait songé à attribuer à une affection du foie de la moule les désordres plus ou moins sérieux qu'amène fréquemment l'ingestion de ce mollusque. Mais de ce qui précède nous ne pouvons logiquement conclure avec le Dr Dutertre que les principes toxiques résident uniquement dans le foie de la moule. Quel mal, autre que des phénomènes réflexes, en résulterait-il pour l'organisme du mollusque, si le poison restait localisé dans le foie sans se diffuser dans le sang? Aussi croyons-nous que, pour éviter les phénomènes d'intoxication, il ne suffirait pas d'extirper le foie. Il faudrait s'abstenir de la moule tout entière.

Pourquoi les enfants sont-ils droitiers ou gauchers ? — Une famille se compose de cinq personnes : le père, la mère et trois enfants. Le père et la mère sont droitiers ; l'aîné des enfants l'est aussi, mais les deux autres sont gauchers. Or l'aîné a été élevé par une nourrice qui le portait toujours du bras droit, laissant ainsi toujours en avant le bras droit de l'enfant qui s'en servait constamment pour la préhension des objets. Les deux cadets au contraire ont été nourris par leur mère qui les portait constamment du bras gauche, favorisant ainsi l'exercice continuel du bras gauche des enfants. Comme cette gaucherie la désolait, le médecin lui conseilla de porter sur le bras droit le

plus jeune des enfants âgé seulement d'un an. Cette simple précaution suffit pour rendre le poupon droitier. L'observation nous semble probante. Mais, loin de vouloir en tirer parti à l'avantage de l'un des membres de l'enfant, nous conseillons de la mettre à profit pour forcer les bébés à se servir également de leurs deux bras (1).

Un moyen de reconnaître le beurre falsifié par la margarine. — Les procédés de fabrication, grâce à leur fonctionnement, permettent aujourd'hui d'obtenir une margarine qu'il est presque impossible de distinguer du beurre naturel à l'aide du microscope seul. Les houppes soyeuses de cristaux de margarine, considérées comme caractéristiques d'un beurre artificiel, n'ont plus l'importance qu'on leur avait prêtée. Les falsificateurs sont parvenus à en dépouiller leur beurre. Mais il y a, d'après M. Eug. Collin, un autre moyen de déceler leur fraude. Hâtons-nous de le faire connaître avant que les industriels aient eu le temps d'en éluder le contrôle. Il consiste à distinguer au milieu des globules de graisse les débris accusateurs d'une trame organique. On sait que la margarine destinée à la falsification du beurre provient surtout de vieux suifs, et que ce tissu graisseux se compose de cellules et de fibres de tissu conjonctif. Ce sont les débris de ces fibres qui vont à eux seuls signaler la présence de la margarine dans le beurre, car les cellules de graisse ne présentent pas de différences assez tranchées dans les deux produits pour constituer un signe diagnostique.

Si l'on soumet le beurre pur à une douce chaleur, il laisse déposer une substance blanche amorphe, sans trace de matière organisée. Cette substance, c'est de la caséine. Si l'on chauffe la margarine dans les mêmes conditions, on remarque dans la graisse fondue de nombreux filaments que l'on ne pourra confondre avec le dépôt de caséine. Il est facile de rassembler à l'aide d'une aiguille une certaine quantité de ces filaments pour les placer dans le champ du microscope. Leur nature organisée apparaît alors, et l'on voit parmi les cellules de graisse des débris de tissu conjonctif. Si l'on trouve dans du beurre de pareils éléments, il est certain que ce beurre est falsifié (2).

Régime à suivre pendant une cure à Carlsbad (3). — On *défend sévèrement* aux malades les aliments gras : le beurre, la

(1) *Journal des connaissances médicales*, août.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie.*
(3) D'après le Dr Gans de Carlsbad. Voir *Gazette médicale de Paris.*

graisse de porc et d'oie, les farineux, les sauces grasses, le lard, la graisse de jambon, la viande et le poisson gras, le homard avec ou sans mayonnaise, le saumon, l'anguille fumée, le saucisson, le fromage, le pâté de foie gras, le rôti de porc et d'oie, la langue de bœuf froide, et les épices fortes, telles que le poivre, les oignons, l'ail, la canelle, la vanille, les acides (salade...), l'huile, les aliments flatueux, les fruits cossus, les choux, le pain noir, les vins blancs (sauf ceux de la Moselle), les liqueurs, le punch, le grog, le champagne, les fruits crus et la glace.

On permet l'usage restreint de pommes de terre (à prendre de préférence en purée), de pâtisseries maigres, de légumes sucrés, de compotes sucrées et de sucre.

On comprend dans l'alimentation ordinaire : la viande de bœuf, d'agneau, de veau, le gibier, la volaille (sauf l'oie), le jambon maigre (ces mets seront rôtis ou grillés). Le pot-au-feu n'est permis qu'aux personnes âgées qui en font fréquemment usage. Le bouillon n'est permis qu'aux deux tiers des malades, et encore doit-il être dépourvu de graisse. La truite, le brochet, la sole, les huîtres, les harengs bien dessalés, les légumes verts, la compote (peu sucrée) font aussi partie des mets habituels. Les œufs, souvent mal supportés, sont de préférence servis durs. Enfin il est permis de manger le jambon, le rosbif, le veau et le poulet froids ; le pain blanc, les biscuits, le café au lait, le café noir, le thé, le cacao.

Les vins rouges, le vin de Moselle, la bière de Pilsen, les eaux minérales carbonatées sont les boissons ordinaires.

Malgré les restrictions apportées au régime de Carlsbad, on voit qu'il est encore très étendu et composé d'aliments assez disparates quant à l'influence qu'ils exercent sur les voies digestives. D'une manière générale, on peut dire que ce régime proscrit les graisses, les acides et les boissons trop alcoolisées.

D'ailleurs, s'il peut s'appliquer à la généralité des malades, il est bien certain que c'est encore sous certaines réserves formulées d'après les affections individuelles.

Voici l'indication sommaire d'un menu basé sur les règles qui précèdent :

Déjeuner, une heure après le dernier verre d'eau de Carlsbad : une ou deux tasses de café au lait, thé ou cacao, deux ou trois petits pains blancs ou biscuits, bifteck, rosbif, viande froide, œufs.

Dîner (déjeuner français), de trois à six heures après le 1er repas : une assiette de soupe, du poisson, un ou deux plats de

viande, des légumes verts et de la compote, des pâtisseries légères, un ou deux petits pains blancs, du vin jusqu'à une demi-bouteille, une petite tasse de café noir.

Goûter : une ou deux tasses de café au lait avec un ou deux petits pains blancs.

Souper, au plus tard à huit heures : un plat de viande avec légumes, compote, viande froide, œufs, thé, un ou deux verres de bière de Pilsen.

Les malades faibles doivent boire les eaux dans leur lit.

En général, les malades plus robustes se donneront un peu d'exercice pendant une heure après l'administration de l'eau, ainsi que une heure avant le second déjeuner, et de là jusqu'au dîner. La plupart garderont le repos immédiatement après le second déjeuner.

L'étude, l'usage du tabac sont autorisés avec modération d'après l'état des malades.

L'eau de Carlsbad est administrée à forte dose (4 verres) et à petite dose (1/2 verre à 2 verres).

La forte dose s'adresse aux constitutions vigoureuses, à l'âge moyen, aux lithiases diverses, à l'hypertrophie du foie, à la goutte, à l'obésité et à la constipation.

La petite dose est administrée aux malades de constitution faible et nerveuse, aux vieillards, aux enfants, dans le cas d'affections accompagnées de nervosisme. On la prescrit pour combattre l'ulcère rond, la dilatation de l'estomac, la dyspepsie, la diarrhée, les états congestifs.

L'eau à température élevée, 50° à 60° C, est administrée dans les mêmes conditions que la haute dose. L'eau à basse température, 38° C, quand il y a lieu de prescrire la petite dose. Toutefois le traitement de la constipation réclame l'usage de l'eau à basse température; celui de la diarrhée, l'usage de l'eau à haute température.

L'eau de Carlsbad est une de celles que le médecin a souvent l'occasion de prescrire aux malades. Mais, comme tous ne peuvent se rendre dans la localité même pour la puiser à la source, nous avons tenu à décrire le traitement dans tous ses détails, pour qu'ils puissent chez eux se rapprocher, autant que possible, des conditions qui en assurent le succès.

Empoisonnement chronique par le tabac. — De ce que l'usage du tabac est fort répandu et souvent inoffensif en apparence, il ne s'ensuit pas cependant que son influence sur l'orga-

nisme soit nulle, si l'on en fait abus. Mais nous croyons que les méfaits du tabac sont souvent méconnus. Voici quelques symptômes qui, si on les observe chez les fumeurs, doivent faire penser qu'il y a abus. Ils se présentent du côté du cœur, de l'estomac et du cerveau.

Du côté du cœur, le malade accuse des palpitations, de l'oppression, parfois les douleurs de l'angine de poitrine. Le pouls est faible, ses battements sont fréquents.

L'examen du cœur proprement dit est ordinairement négatif. Il permet de soupçonner parfois l'existence d'une dégénérescence graisseuse.

Du côté de l'estomac, on note l'inappétence, une sensation de pesanteur, des douleurs à l'épigastre.

Enfin, du côté du cerveau, insomnie et perte de connaissance dues probablement à l'anémie cérébrale, comme les phénomènes cardiaques eux-mêmes peuvent être rapportés à l'anémie du cœur produite par le rétrécissement de ses vaisseaux.

Les mesures préventives de l'empoisonnement consistent à ne fumer qu'après les repas et à ne pas tenir le cigare constamment en bouche.

Si l'empoisonnement existe, on fera prendre au malade du tanin, des boissons émollientes, l'iodure de potassium, et surtout la belladone, qui est considérée comme l'antidote du tabac (1).

Dangers de la falsification des vins, des eaux-de-vie et des liqueurs (2). — Peu de personnes peuvent se flatter aujourd'hui de prendre du vin pur, des eaux-de-vie et des liqueurs naturelles; on falsifie les vins, on les fabrique même de toutes pièces, comme les eaux-de-vie et les liqueurs, avec des alcools de mauvaise qualité (alcool éthylique, alcool de maïs, alcool de betteraves, au lieu de choisir l'alcool de vin), et on leur donne le bouquet en y ajoutant des éthers tout aussi dangereux que les alcools pour l'organisme.

Il suffit en effet d'en injecter dans les veines d'un chien quelques centimètres cubes, pour provoquer des troubles cardiaques et respiratoires auxquels l'animal ne tarde pas à succomber.

Quant aux divers alcools, on peut juger de leurs effets en en faisant prendre des doses égales à des chiens de même poids. En supposant ces doses capables de les amener à l'état d'ivresse,

(1) *Bulletin général de thérapeutique.*
(2) *Bulletin médical*, 14 août 1887.

ils en subiront l'influence avec une intensité croissante selon qu'on leur administre l'alcool de vin, l'alcool de maïs et l'alcool de betteraves. Dans les deux derniers cas, l'ivresse s'accompagne d'hébétude; l'animal pousse des cris plaintifs, et est même atteint de tremblement des pattes s'il a ingurgité l'alcool de betteraves.

On trouve aussi le furfurol dans les alcools industriels et surtout dans les résidus provenant de la distillation des alcools du grain, de l'avoine, du seigle, de l'orge. C'est un liquide incolore, brunissant à l'air et d'une odeur qui rappelle celle de l'essence de cannelle ou de l'essence d'amandes amères. Il a la propriété de suspendre les mouvements respiratoires et de déterminer des convulsions des membres. C'est ce principe qui donne probablement à l'ivresse des ouvriers écossais et irlandais son caractère épileptiforme, tandis qu'en France on n'observe ces accidents que chez les buveurs de vermouth, de bitter et d'absinthe. Les vins et les eaux-de-vie fabriqués avec de tels principes ne peuvent donc engendrer que de détestables effets.

Quant aux liqueurs, elles ont aussi pour base l'alcool et sont de ce chef soumises à toutes les falsifications de ce produit. Mais elles contiennent, en outre, des plantes aromatiques dont les unes, comme l'absinthe, sont dangereuses, et dont les autres, comme la reine-des-prés (vermouth et bitter), la Gaultheria procumbens (winter green) sont assez inoffensives. Toutefois, l'industrialisme a trouvé moyen d'ajouter ou de substituer à ces plantes des principes doués de propriétés toxiques. On ne saurait donc se montrer trop défiant à l'égard des boissons alcooliques.

Dr A. Dumont.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CV, juillet, août, septembre, 1887.

N° 1. **Pasteur.** Le programme de la Commission anglaise (Paget, Lister, Roscoe, etc.) chargée d'étudier la méthode de prophylaxie de la rage, portait sur les points suivants : Le développement du virus rabique dans la moelle des animaux morts de la rage, la transmission de ce virus par inoculation intracrânienne ou hypodermique, l'exaltation de ce virus par passages successifs de lapin à lapin, puis la possibilité soit de protéger d'avance, à l'aide d'inoculations vaccinales, des animaux sains contre les morsures d'animaux enragés, soit d'empêcher dans les animaux déjà mordus l'explosion de la rage, et enfin l'application de cette méthode à l'homme et l'appréciation de son efficacité. Nommée le 12 avril 1886, cette commission a mis plus d'une année à contrôler tous les faits qui servent de base à la méthode. La conclusion du Rapport est une expression de confiance entière et unanime. **Daubrée** vient de publier deux grands ouvrages : *Les Eaux souterraines à l'époque actuelle* et *Les Eaux souterraines aux époques anciennes,* où l'auteur montre le grand rôle qu'elles jouent et ont joué dans l'histoire de la Terre, en particulier, dans les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, et dans la formation de certains minéraux. **Bonnal :** Le mécanisme de la mort sous l'influence de la chaleur paraît être le suivant : Il y a lésion du système nerveux grand sympathique ; par suite, la respiration et la circulation s'accélèrent de plus en plus, la température s'élève et la mort survient. L'élévation de la chaleur animale ne survient pas avant, mais après les troubles physiologiques. La tolérance pour les hautes températures est beaucoup plus grande dans l'air sec que dans l'air

saturé de vapeur et que dans le bain d'eau. Ainsi, il n'est pas plus pénible de séjourner quinze minutes dans une étuve à 135 degrés que de séjourner le même temps dans un bain d'eau à 46 degrés, la tête seule émergeant de la baignoire. **F. de Botella** vient de publier, en espagnol, un ouvrage intitulé : *Géographie morphologique et étiologique*, où il expose la constitution orographique de la péninsule ibérique, les lois de direction de ses chaînes de montagnes, de ses côtes et de ses fleuves.

N° 2. **Berthelot** et **Fabre** : Dans une même famille de corps simples unis avec l'hydrogène, la chaleur de combinaison moléculaire va en diminuant et devient même négative à mesure que le poids moléculaire augmente. La stabilité du composé hydrogéné, corrélative de la grandeur de sa chaleur de formation, diminue ainsi, en même temps que sa masse atomique devient plus considérable. **Malloizel** vient de publier un volume intitulé : *Œuvres scientifiques de Michel-Eugène Chevreul* (1806-1886), contenant une bibliographie complète des œuvres de l'illustre chimiste. **G. Sée** : L'antipyrine en injection a les propriétés calmantes de la morphine, sans causer comme celle-ci de vertige, ni de somnolence, ni d'excitations artificielles.

N° 3. **Darboux** vient de publier la première partie de ses *Leçons sur la théorie générale des surfaces et sur les applications géométriques du calcul infinitésimal*. **Berthelot** et **Recoura** : Le passage d'un corps de la série grasse à un corps de la série aromatique est accompagné, dans les cas étudiés, par un dégagement de chaleur considérable, c'est-à-dire par une déperdition d'énergie, correspondant à l'excès de stabilité acquis par le noyau hydrocarboné fondamental. **Pasteur** est nommé secrétaire perpétuel de l'Académie. **Amagat** est parvenu à solidifier le chlorure de carbone par la pression seule.

N° 4. **Richet** lit une notice sur les travaux scientifiques de **Gosselin** (16 juin 1815 - avril 1887). **A. Terquem**, physicien, né à Metz le 31 janvier 1831, est mort le 16 juillet 1887. On lui doit des recherches originales sur l'acoustique, un résumé de l'histoire de la physique depuis son origine jusqu'à Galilée et un important ouvrage intitulé : *La science romaine à l'époque d'Auguste*. **Bouquet de la Grye** : D'après les indications du marégraphe de Nice, le maximum de la surélévation du sol, dans le tremblement de terre du 23 février, a été de 55 millimètres, et doit seulement avoir mis en jeu l'élasticité du sol. **Doumer** : La photographie des flammes manométriques permet de mesurer la hauteur du son, de reconnaître si un son fonda-

mental est accompagné d'harmoniques et de déterminer le rang de ces derniers, enfin de déterminer la différence de phase entre deux sons. **Galtier** : Le virus de la tuberculose est doué d'un pouvoir de résistance tel qu'il peut conserver son activité dans les eaux, dans les matières putréfiées, à la surface des objets, malgré la dessiccation, malgré les variations de température et malgré la congélation. **Peyrou** : L'action chlorophyllienne est proportionnelle à l'intensité de l'éclairement (voir aussi n° 8).

N° 5. **Jordan** vient de terminer la publication de son *Cours d'analyse infinitésimale*. **Peuch** : La salaison bien complète, au moyen du sel marin exclusivement, détruit la virulence de la viande du porc charbonneux.

N° 6. **Chauveau** et **Kaufmann** confirment, par de nouvelles expériences, que le travail mécanique d'un muscle n'absorbe qu'une petite quantité de la chaleur créée pendant qu'il est en fonction (voir aussi n° 7). **Vignal** : Les micro-organismes jouent un rôle important dans la digestion, qui semble un phénomène plus complexe qu'on le croirait au premier abord.

N° 7. **Spillmann** et **Haushalter** : Les mouches sont des agents de dissémination du bacille de la tuberculose.

N° 8. **Bertrand** (voir aussi n°s 9 et 10) : Si deux candidats ont obtenu respectivement m et n suffrages dans un scrutin de ballottage, le rapport de la différence de ces nombres à leur somme est la probabilité que, pendant le dépouillement du scrutin, le nombre des voix du premier ne cessera pas une seule fois de surpasser celle de son concurrent. On déduit de ce théorème la solution de la question suivante : Quelle est la probabilité pour qu'au bout d'un nombre donné de parties un joueur soit ruiné qui risque chaque fois une même fraction de sa fortune?

N° 9. **Bertrand** déduit des lois de la thermodynamique une formule remarquablement exacte pour représenter la tension maxima de la vapeur d'eau aux diverses températures.

N° 10. **Ph. Breton** : La courbe qui représente la relation entre les sensations lumineuses et les quantités de lumière est une parabole du second degré et non une logarithmique.

N° 11. **Bertrand** : Les lois de la mécanique sont contingentes. **Tholozan** : La peste au Caucase, en Perse, en Russie, en Turquie, d'après les documents rassemblés depuis 1835, se comporte comme une maladie à origine locale. **Prévost** et **Binet** : Le *Cytisus laburnum* doit être considéré comme un bon vomitif, à action centrale, agissant rapidement, et mieux par injection hypodermique que par injection stomacale. A l'action vomitive

se joint, à haute dose, une action paralyso-motrice, analogue, sinon identique, à celle que produit le curare.

N° 12. **Bertrand** : Quand un corps parcourt un cycle, suivant Carnot, il a reçu, en revenant à son état primitif, autant de chaleur qu'il en a cédé. La différence, suivant la théorie incontestée de Mayer, est, au contraire, proportionnelle au travail accompli. Celui-ci, pour un cycle infiniment petit, est un infiniment petit du second ordre souvent négligeable, de manière que les conséquences des deux théories coïncident dans beaucoup de cas. **Dehérain** : L'assolement de quatre ans, usité en Angleterre et parfois en France, paraît devoir être étendu : 1° parce qu'en plaçant l'avoine, culture du printemps, en seconde année, après les betteraves, on est certain, quelque tardif que soit l'arrachage, de pouvoir préparer avec les soins nécessaires le sol déjà débarrassé par les sarclages pratiqués sur la betterave ; ces conditions sont suffisantes pour l'avoine, peu avide d'engrais ; 2° parce qu'en semant le blé après le trèfle, qui laisse le sol libre dès le commencement de l'automne, tous les travaux qui précèdent les semailles du blé sont exécutés aisément.

N° 13. **Faye** explique comme suit l'illusion d'optique qui fait croire que les trombes aspirent l'eau des mers, des lacs et des rivières. Une trombe descend des régions supérieures où se trouve évidemment la réserve d'énergie gyratoire qui produit son mouvement tourbillonnant. Quand elle atteint l'eau de la mer, par exemple, elle la laboure profondément, en formant autour de sa base ce que les marins appellent le *buisson*, gouttes d'eau et d'embrun, projetées de tous côtés en forme d'écume. Ce buisson, souvent très élevé, est en partie transparent, et laisse voir en son milieu la trombe opaque et nébuleuse qui descend jusqu'à l'eau. Les gouttelettes qui le composent à droite et à gauche forment un ensemble confus où l'on ne peut distinguer les trajectoires paraboliques, parce que, pour l'œil, elles sont dirigées dans les sens les plus divers. Il n'en est pas de même de celles qui se projettent sur le fond opaque ; celles-ci ont une direction oblique à l'horizon, à peu près dans le sens de la gyration. Ces trajectoires ont l'air de spirales appartenant au noyau opaque, et elles font croire que celui-ci est animé d'un mouvement ascendant. C'est ainsi qu'une vis semble sortir d'une table sur laquelle elle s'appuie, quand on lui donne un mouvement de rotation convenable. **Peyraud** : L'essence de tanaisie produit chez le lapin des convulsions d'un type tétanique analogues à celles de la rage.

P. M.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VINGT-DEUXIÈME VOLUME

LIVRAISON DU 20 JUILLET 1887.

La fortification moderne et les progrès de l'artillerie, par le **Général Jacmart** 5

Encore l'universalité du déluge. Observations sur la "Réponse" de M. l'abbé Robert, par le **R. P. Jos. Brucker, S. J.** . . 28

Le Hainosaure et les nouveaux vertébrés fossiles du musée de Bruxelles, par **M. L. Dollo** 70

Esquisse géographique de l'Afghanistan, par **M. F. Van Ortroy** 113

L'analyse du sol par la plante, par **M. A. Proost** . . . 153

L'application de l'analyse mathématique aux autres sciences, par **M. Francisco Iñiguez** 182

Bibliographie. — I. La statique graphique et ses applications aux constructions, par M. Maurice Lévy. **M. M. d'Ocagne** . . 228

II. Traité d'analyse, par H. Laurent. **M. M. d'Ocagne.** . . 232

III. Théodore d'Oppolzer. Travaux scientifiques. 234

IV. Les premiers âges du métal dans le sud-est de l'Espagne, par Henri et Louis Siret. **R. P. Van Tricht, S. J.** 239

V. Traité d'arithmétique élémentaire, par l'abbé E. Gelin (5e édition) 242

Revue des recueils périodiques.

Anthropologie, par **M. A. Arcelin** 257

Physique, par le **R. P. Delsaulx, S. J.** 270

Géographie, par **L. D.** 292

Sciences industrielles, par **M. J.-B. André** 296

Hygiène, par le **Dr A. Dumont** 302

Invertébrés, par **M. A. Buisseret** 313

Vertébrés, par **M. L. Dollo** 319

Notes. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . . 338

Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. **P. M.** et **A. D.** 346

LIVRAISON DU 20 OCTOBRE 1887.

L'HOMME PRÉHISTORIQUE DANS LA BASSE BELGIQUE, par **M. J. Hygen** 353
ÉTUDES FORESTIÈRES. — DE L'EXPLOITABILITÉ, DE LA POSSIBILITÉ, ET DE LEURS DIFFÉRENTS MODES, par **M. C. de Kirwan** 398
DE L'ASSAINISSEMENT DES VILLES, par **M. G. M. Kennis.** . . 447
ENCORE LA NON-UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE, par **M. l'abbé Ch. Robert** 488
ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE DE L'AFGHANISTAN (suite), par **M. F. Van Ortroy** 513
ARCHÉOLOGIE ET BIBLIOGRAPHIE MEXICAINES, par **A. Gerste, S. J.** 547
BIBLIOGRAPHIE. — I. Les Pygmées, par A. de Quatrefages. **J. G.** 584
II. Théorie et applications des équipollences, par C.-A. Laisant. **M. M. d'Ocagne** 593
III. Leçons sur la Théorie générale des surfaces et les Applications géométriques du calcul infinitésimal, par Gaston Darboux (1re partie). **M. M. d'Ocagne**. 595
IV. Ponts en maçonnerie, par E. Degrand et Jean Résal. Tome premier. **M. M. d'Ocagne.** 606
V. Bibliographie générale de l'astronomie, par J. C. Houzeau et A. Lancaster, tome premier. **J. T** 618
VI. Notes sur l'histoire de la photographie astronomique, par M. G. Rayet. **J. d'E** 631
VII. Les matières premières, par le Dr F. Genevoix. **J. d'E.** . 634
VIII. La photographie, son histoire, ses procédés, ses applications, par H. Gossin. **J. d'E** 636
IX. Le Socialisme considéré au point de vue du droit naturel, par L. Halleux. **Th. Fontaine.** 637
X. Programa y Resúmen de las lecciones de Geometria descriptiva, por D. Ed. Torroja. **D. L** 643
REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.
VERTÉBRÉS, par **M. L. Dollo** 645
INVERTÉBRÉS, par **M. A. Buisseret** 657
SCIENCES INDUSTRIELLES, par **M. J.-B. André** 661
MINES, par **M. V. Lambiotte** 672
GÉOGRAPHIE, par L. D 676
HYGIÈNE, par le **Dr A. Dumont** . : 683
NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . . 691

Brux. Imp. Polleunis, Ceuterick & Lefébure.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

Tome XXII.

ONZIÈME ANNÉE — TROISIÈME LIVRAISON

20 JUILLET 1887

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1887

LIVRAISON DU 20 JUILLET 1887.

I. — LA FORTIFICATION MODERNE ET LES PROGRÈS DE L'ARTILLERIE, par le **Général Jacmart**, p. 5.

II. — ENCORE L'UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE. Observations sur la " réponse „ de M. l'abbé Robert, par le **R. P. Jos. Brucker**, S. J , p. 28.

III. — LE HAINOSAURE ET LES NOUVEAUX VERTÉBRÉS FOSSILES DU MUSÉE DE BRUXELLES, par **M. L. Dollo**, p. 70.

IV. — ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE DE L'AFGHANISTAN, par **M. F. Van Ortroy**, lieutenant de cavalerie, p. 113.

V. — L'ANALYSE DU SOL PAR LA PLANTE, par **M. A. Proost**, inspecteur de l'agriculture, p. 153.

VI. — L'APPLICATION DE L'ANALYSE MATHÉMATIQUE AUX AUTRES SCIENCES, par **M. Francisco Iñiguez**, p. 182.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. La statique graphique et ses applications aux constructions, par M. Maurice Lévy. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 228. — II. Traité d'analyse, par H. Laurent. **M Maurice d'Ocagne**, p. 232. — III. Théodore d'Oppolzer. Travaux scientifiques, p. 234. — IV. Les premiers âges du métal dans le sud-est de l'Espagne, par Henri et Louis Siret, ingénieurs. **R. P. Van Tricht**, S. J., p. 239. — V. Traité d'arithmétique élémentaire, par l'abbé E. Gelin, 5e édition, p. 242.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. A. Arcelin**, p. 257. — Physique, par le **R. P. Delsaulx**, p. 270. — Géographie, par **L. D.**, p. 292. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 296. — Hygiène, par le **Dr A. Dumont**, p. 302. — Invertébrés, par **M. A. Buisseret**, p. 313. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 319.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. CIV, avril, mai et juin 1887. **P. M.**, p. 338. — Mathematische und Naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. **P. M.** et **A. D**, p. 346.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les dix premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

La onzième année est sous presse.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & Lefebure, rue des Ursulines, 35

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

ONZIÈME ANNÉE — QUATRIÈME LIVRAISON

20 OCTOBRE 1887

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1887

LIVRAISON DU 20 OCTOBRE 1887.

I. — L'HOMME PRÉHISTORIQUE DANS LA BASSE BELGIQUE. par **M. J. Hygen,** p. 353.

II. — ÉTUDES FORESTIÈRES. — DE L'EXPLOITABILITÉ, DE LA POSSIBILITÉ, ET DE LEURS DIFFÉRENTS MODES, par **M. C. de Kirwan,** inspecteur des forêts, p. 398.

III. — DE L'ASSAINISSEMENT DES VILLES, par **M. G. M. Kennis,** p. 447.

IV. — ENCORE LA NON-UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE, par **M. l'abbé Ch. Robert,** prêtre de l'oratoire de Rennes, p. 488.

V. — ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE DE L'AFGHANISTAN, par **M. F. Van Ortroy,** lieutenant de cavalerie, p. 513.

VI. — ARCHÉOLOGIE ET BIBLIOGRAPHIE MEXICAINES, par le **R. P. A. Gerste**, S. J., p. 547.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Les Pygmées, par A. de Quatrefages. **J. G.**, p. 584. — II. Théorie et applications des équipollences, par C.-A. Laisant. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 593. — III. Leçons sur la Théorie générale des surfaces et les Applications géométriques du calcul infinitésimal, par Gaston Darboux (1re partie). **M. Maurice d'Ocagne,** p. 595. — IV. Ponts en maçonnerie, par E. Degrand et Jean Résal. Tome premier. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 606. — V. Bibliographie générale de l'astronomie, par J. C. Houzeau et A. Lancaster, tome premier. **J. T.**, p. 618. — VI. Notes sur l'histoire de la photographie astronomique, par M. G. Rayet. **J. d'E.**, p. 631. — VII. Les matières premières, par le Dr F. Genevoix. **J. d'E.**, p. 634. — VIII. La photographie, son histoire, ses procédés, ses applications, par H. Gossin. **J. d'E.**, p. 636. — IX. Le Socialisme considéré au point de vue du droit naturel, par L. Halleux. **M. Th. Fontaine**, p. 637. — X. Programa y Resúmen de las lecciones de Geometria descriptiva, por D. Ed. Torroja. **D. L.**, p. 643.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Vertébrés, par **M. L. Dollo,** p. 645. — Invertébrés, par **M. A. Buisseret**, p. 657. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 661. — Mines, par **M. V. Lambiotte**, p. 672. — Géographie, par **L. D.**, p. 676. — Hygiène, par le **Dr A. Dumont**, p. 683.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 691.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les dix premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

La onzième année est sous presse.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & Lefébure, rue des Ursulines, 35

Revue des ques

APR 1 - 19

AMNH LIBRARY
100226222